

Dt. 26

Rijksfaculteit der Landbouwwetenschappen - Gent

**Wetenschappelijke en praktische
toepassingsmogelijkheden
van het stekken
"onder volledige waternevel"**

door

D. WILLE

Proefschrift tot het bekomen van de
graad van Doctor in de Landbouwkundige
Wetenschappen

op gezag van :

Prof. Dr. Ir. A.G. BAPTIST

Gewoon Hoogleraar - Rector der Rijks-
faculteit der Landbouwwetenschappen.

Promotor :

Prof. Ir. S.F. CORTVRIENDT

Gewoon Hoogleraar
Titularis van de Leerstoel voor Tuinbouw.

**GENT
ACADEMIEJAAR
1966 - 1967**



V O O R W O O R D

=====

Voor de verwezenlijking van dit proefschrift kon ik rekenen op de medewerking van velen. Het is mij dan ook een aangename plicht allen te danken voor hun waardewolke hulp.

In de eerste plaats gaat mijn dank naar de Rector van de Rijksfaculteit der Landbouwwetenschappen, Professor Dr. Ir. A.G. BAPTIST en gans het professorenkorps voor hetgeen, elk in zijn specialiteit, heeft bijgedragen tot mijn wetenschappelijke vorming.

Heel bijzonder wens ik mijn erkentelijkheid uit te drukken ten overstaan van mijn Promotor, Prof. Ir. S.F. CORTVRIENDT. Hij heeft steeds mijn werk van nabij gevolgd. Zijn raadgevingen en kritische bemerkingen leidden mijn onderzoek steeds in de goede richting.

Professor A. KLOUGART van de Koninklijke Veeartsenij- en Landbouwhogeschool te Kopenhagen (Denemarken) ben ik bijzonder dankbaar voor zijn bezielende belangstelling.

De bereidwillige hulp die Professor em. Dr. h.c. Ir. A.G. DUMON mij verstrekke bij het kritisch nazicht van de tekst, was van on-schatbare waarde en verdient zeker een bijzonder woord van dank. De aangename manier waarop hij dit deed met de nauwgezetheid en de ij-ver die hem eigen is, betekende voor mij een ware steun.

De professoren Dr. J. MATON, Ir. J. VAN HOLDER en Dr. Ir. M. VAN MIEGROET dank ik voor de vele wenken en raadgevingen en voor hun opbouwende kritiek.

Professor Dr. Ir. G. BOESMAN en het personeel van de leerstoel voor Tuinbouw, vooral de heer P. VANNESTE, dank ik om de technische hulp en de goede verstandhouding tijdens het proefwerk en het opstel-len van de tekst.

Gent, januari 1967

D. WILLE.

I N H O U D S T A F E L

=====

	<u>bladzijde</u>
1. INLEIDING	1
2. ALGEMEENHEDEN OVER DE VEGETATIEVE VERMENIGVULDIGINGEN IN HET BIJZONDER OVER HET STEKKEN	5
2.1. Belang	5
2.2. Het ontstaan van adventiefwortels bij stengelstekken	6
2.2.1. Anatomisch	6
2.2.2. Physiologisch	6
2.3. Factoren die het bewortelen van stekken beïnvloeden	9
2.3.1. De turgescentie en de voorzorgen om verwelking tegen te gaan	10
2.3.2. Temperatuur	11
2.3.3. Lichtintensiteit en fotoperiode	12
2.3.4. Het steksubstraat	13
2.3.5. Behandeling met wortel-stimulerende stoffen	16
2.3.6. De moederplant en haar ontwikkeling	18
2.3.7. Aard en vorm van de stek	19
2.3.8. Besluit	20
3. STEKKEN ONDER WATERNEVEL (MIST PROPAGATION)	23
3.1. Bepalingen	23
3.1.1. "Constant mist"	24
3.1.2. "Intermittent mist"	25
3.1.3. Automatische waternevel	26
3.2. Installatie van waternevel	26
3.2.1. Water	26
3.2.2. Waterverdelingsapparaten	28
3.2.3. Regelapparaten	32
3.2.4. Verdere uitrusting van een waternevelinstallatie	36
3.3. Hoe beïnvloedt waternevel de beworteling van stekken?	38
3.3.1. Invloed op de vochtigheid	38

3.3.2. Temperatuur	39
3.3.3. Fotosynthese	40
3.3.4. Voedselopname	42
3.3.5. Uitwassen van stoffen	43
3.3.6. Rhizocaline	44
3.3.7. Desinfecterende werking	44
3.4. Vergelijking met andere stekmethoden	46
3.4.1. Cultuurtechnisch	46
3.4.2. Economisch	47
4. PROBLEEMSTELLING	49
5. PROEVEN MET STEKKEN ONDER WATERNEVEL	51
5.1. Opbouw van de proefinstallatie met volledige waternevel	51
5.1.1. Waternevel onder kunstlicht	51
5.1.2. Het verwezenlijken van volledige waternevel	58
5.1.3. Eerste resultaten met stekken onder volledige waternevel	59
5.1.4. Moeilijkheden met de eerste proefinstallatie	62
5.1.5. Uitrusting van de tweede proefinstallatie voor volledige waternevel onder kunstlicht	81
5.1.6. Het aanleggen van stekproeven	91
5.2. Mogelijkheden voor wetenschappelijk onderzoek met volledige waternevel	93
5.2.1. Invloed van het water op de beworteling bij stekken onder volledige waternevel	94
5.2.1.1. Waterhoeveelheden	94
5.2.1.2. Het later in gang zetten van de onderste besproeiingen	97
5.2.1.3. Druk waarmee de onderste waternevel aangebracht wordt	100
5.2.1.4. Het versproeien van oplossingen van voedingszouten en de invloed ervan op de beworteling van stekken	114
5.2.1.5. Suikeroplossing	128
5.2.2. Aard en vorm der stekken	132
5.2.3. Temperatuur der stekken	136

5.2.4. Invloed van het licht op de beworteling van stekken	166
5.2.4.1. Invloed van de lichtsterkte	166
5.2.4.2. Invloed van de fotoperiode	179
5.2.4.3. Invloed van de kwaliteit van het licht	191
5.2.4.4. Invloed van het al of niet belichten van het basisgedeelte van de stekken	194
5.2.4.5. Besluit uit de proeven betreffende de invloed van licht op de beworteling van stekken onder volledige waternevel	198
5.2.5. Mogelijke invloed van CO ₂ , samen met de waternevel op de bladeren toegediend, op de beworteling	198
5.2.6. Besluit uit de proeven met stekken onder "volledige waternevel"	201
5.3. Praktische toepassingsmogelijkheden van volledige waternevel	205
6. BESLUIT EN SAMENVATTING	231
LITTERATUURLIJST	237

1. INLEIDING.

=====

De bloementeelt is de tak van de tuinbouw, waarbij de mens het meest ingrijpt om de groei van de plant kunstmatig te leiden. Vooral in de bloementeelt onder glas worden veel kunstmatige teelttechnieken aangewend.

In de evolutie van de glas-bloementeelt tot op heden, hebben de bloemisten uit het Gentse een zeer belangrijke, zonet de belangrijkste rol gespeeld. De praktijk zelf, niet de wetenschap, was daarbij leidend en richtinggevend. Op dit ogenblik is deze evolutie echter in een zulkdanig stadium gekomen, dat de bloemist van het wetenschappelijk onderzoek verwacht, dat de te volgen weg bij verdere rationalisatie van zijn bedrijf, hem zou aangetoond worden.

Indien wij heden over onze grenzen gaan kijken, krijgen wij de indruk, dat de Gentse bloemisterij, die vroeger overal tot voorbeeld diende, ten achter is geraakt. De sociale en de economische omstandigheden liggen hieraan ten grondslag. Bij ons zijn de meeste bloemisterijen familiebedrijven en tot voor enkele jaren hadden wij in onze streek nog een overschot aan werkkrachten. Bij de rationele uitbouw van onze bedrijven is de mechanisatie nog niet zo ver doorgevoerd als in andere Westeuropese landen, waar de bedrijven een meer industrieel karakter bezitten.

De industrialisatie van de Gentse kanaalzone brengt in dit evolutieproces een plotse ommekeer. Het grote voordeel, dat onze bloemisten uit deze nieuwe omstandigheden kunnen halen, is het feit, dat zij zich nu de ondervindingen, in het buitenland opgedaan, te nutte kunnen maken.

Als voorbeeld hiervoor vernoemen we Denemarken. Daar kunnen onze bloemisten gaan leren hoe een moderne bloemisterij kan uitgerust worden. Hun Deense collega's zullen hun dit niet ten kwade duiden, want ook zij hebben na de tweede Wereldoorlog, bij de uitbouw van een nieuw bloemistencentrum, met de Gentse ondervindingen rekening gehouden. Internationale samenwerking, zowel van de praktijk als van de wetenschap, is zeer vruchtbaar en even noodzakelijk als de samenwerking tussen wetenschap en praktijk.

Een der kenmerken van de moderne bloemisterij is de ver doorge-
dreven mechanisatie. Het automatisch uitvoeren van de teeltzorgen is
geen zeldzaamheid meer. Monocultuur wordt meer dan voorheen een nood-
zaak. Hiertoe moeten de planten bij voorkeur zo gelijkmatig mogelijk
zijn. Welnu de vegetatieve vermenigvuldiging, vooral door middel van
stekken is hier een uitstekend middel.

Deze vermeerderingsmethode is steeds zeer verspreid geweest op de
bloemisterij. Wanneer we nu logisch doordenken, kunnen we enerzijds
voorzien dat in de toekomst de rationalisatie en automatisatie van
de vegetatieve vermenigvuldiging een nog groter belang zal krijgen.
Anderzijds is de rationalisatie van een teelt of van een teeltstadium
enkel mogelijk, wanneer deze teelt of dit teeltstadium goed gekend is.
Wetenschappelijk onderzoek aan de hand van proefondervindelijk werk
is de zekerste, vaak de enige weg om dit te bereiken.

Experimenteel onderzoek over het stekken van bloemisterijgewassen,
meer bepaald over het stekken onder waternevel, lijkt ons dan ook ge-
rechtvaardigd. Waternevel leent zich immers gemakkelijk tot automati-
satie en kan als dusdanig in de toekomst op de voorgrond treden. In
de "Leerstoel voor Tuinbouw" verbonden aan de "Rijksfaculteit der
Landbouwwetenschappen", hoort zulk onderzoek goed thuis.

Met deze doctoraatsverhandeling beogen wij de studie van de
vegetatieve vermenigvuldiging, meer bepaald van het stekken onder
waternevel. Deze techniek zullen wij trachten te verbeteren en aan
te passen, om haar te kunnen aanwenden bij het experimenteel onder-
zoek. Terzelfder tijd vragen wij ons ook af, of deze gewijzigde
methode van stekken onder waternevel toepassingsmogelijkheden heeft
in de praktijk.

Een eerste hoofdstuk wordt gewijd aan de studie van "de vegeta-
tieve vermenigvuldiging door middel van stekken". Aan de hand van de
desbetreffende litteratuur, voornamelijk van de meest recente werken,
willen wij tot een inzicht komen in de problematiek en de resultaten
van het wetenschappelijk onderzoek daaromtrent.

In het volgend hoofdstuk beschrijven wij de stekmethode "onder waternevel". Door de studie van de voordelen, maar voornamelijk door de studie van de nadelen ervan, stellen wij een verbetering voor van deze techniek.

Aan de hand van de proeven die wij volgens deze gewijzigde techniek hebben aangelegd, bewijzen wij in het laatste hoofdstuk dat deze techniek waardevolle toepassingsmogelijkheden biedt voor het experimenteel wetenschappelijk onderzoek en voor de praktijk om als stektechniek beproefd te worden.

2. ALGEMEENHEDEN OVER DE VEGETATIEVE VERMENIGVULDIGING EN
=====

IN HET BIJZONDER OVER HET STEKKEN.
=====

2.1. BELANG.

De verschillende voordelen van de vegetatieve vermenigvuldiging der planten zijn bekend. Vooreerst willen wij hier wijzen op het feit, dat men langs deze weg jonge planten bekomt met praktisch altijd dezelfde erfelijke aanleg als de moederplant, hetgeen bij geslachtelijke vermenigvuldiging zelden het geval is. Treden er wel verschillen op tussen de planten van een kloon, dan zijn dit meestal modificaties veroorzaakt door uitwendige omstandigheden. Enkel bij mutatie ontstaat verschil in erfelijke aanleg tussen de moederplant en haar vegetatief vermenigvuldigd nakomelingschap.

In de tuinbouwpraktijk zijn de toepassingen van deze vermenigvuldigingswijze veelvuldig, vooral daar de meeste en beste cultuurvariëteiten afkomstig zijn van soms ver doorgedreven hybridaties. Het ge-
noom van onze cultuurplanten is zelden volledig homozygoot zodat geslachtelijke vermenigvuldiging aanleiding geeft tot populaties, die meestal zeer uiteenlopen voor wat belangrijke kenmerken betreft.

De veredeling van vegetatief te vermenigvuldigen planten is uiterst eenvoudig. Nieuwe cultuurvariëteiten, door kruising of na knopmutatie bekomen, zijn, eventueel na selectie van de beste kloon, meteen voor de praktijk klaar.

Vegetatieve vermenigvuldiging kan ook grote diensten bewijzen bij de veredeling van planten, die bij normale teelt nooit aldus vermeerderd worden.

Andere redenen om planten langs ongeslachtelijke weg te vermeerderen vinden wij o.a. bij WELLENSIEK & DOORENBOS (1956).

In de sierplantenteelt en in de fruitteelt komt de vegetatieve vermenigvuldiging meer voor dan de generatieve. Wat de derde tuinbouwtak betreft, de groenteteelt, ook daar zou de ongeslachtelijke

vermenigvuldiging meer voorkomen, indien er geen bewust verzet uitging van de zaadtelers (WELLENSIEK & DOORENBOS, 1956). In de bos-boomkwekerij groeit eveneens de belangstelling voor vegetatieve vermeerdering.

Als belangrijke nadelen, die aan de vegetatieve vermenigvuldiging van tuinbouwgewassen verbonden zijn, stippen wij aan :

- 1) de vaak grote omvang van de partij moederplanten;
- 2) het verhoogd gevaar voor de verspreiding van virusziekten.

Onder de verschillende methoden van vegetatieve vermenigvuldiging is het stekken de belangrijkste. Daar de belangstelling voor kruidachtige stekken, vooral voor kruidachtige topstekken, gedurende de laatste jaren is toegenomen in de praktijk, zullen wij in dit werk vooral over deze soort van vegetatieve vermeerdering handelen.

2.2. HET ONTSTAAN VAN ADVENTIEFWORTELS BIJ STENGELSTEKKEN.

Het inwortelen van een stengelstek is een geval van regeneratie. Een deel van een plant vormt wortels op wel bepaalde plaatsen, waar, bij normale omstandigheden, geen wortels zouden ontstaan zijn. Hierbij vraagt men zich af, welke cel of celgroep zich tot wortel ontwikkelt, hoe een bepaalde cel of celgroep ertoe komt zich te delen en hoe de groei van deze wortelaanleg geschiedt.

Deze problemen kan men zowel anatomisch als fysiologisch benaderen.

2.2.1. Anatomisch.

Sinds lang hebben verschillende onderzoekers het ontstaan van adventiefwortels anatomisch bestudeerd. VERLEYEN (1948) geeft daarvan een vrij goed overzicht. Uit zijn studie kunnen wij de volgende besluiten trekken :

- 1) Sommige planten bezitten reeds in hun stengels wortelbeginselen die zich normaal niet verder ontwikkelen. Wanneer men dus van die planten stekken neemt, bezitten de stekken reeds wortels in aanleg.

- 2) De wortelaanleg, vóór of na het steksnijden ontstaan, vindt bijna steeds zijn oorsprong ten koste van cellen die in direct contact staan met het vaatbundelweefsel, hetzij cellen van de pericykel hetzij cellen van het cambium. Indien de stengel niet als stek wordt gebruikt, gaan die cellen zich niet delen om een wortel te vormen en blijven de bestaande wortelbeginselen rudimentair (zie eveneens MITTENPERGHER, 1964). De wortelvorming vangt aan onder invloed van fysiologische omstandigheden die gewijzigd zijn door het afsnijden van de stek en door de omstandigheden waaronder de stekken geplaatst worden.
- 3) Het uitgroeien van de inwendige wortelbeginselen gaat steeds gepaard met een doordringen van de jonge wortel door een bepaald weefsel :
 - a) ofwel door het schorsweefsel, indien de wortels zijdelings ontstaan;
 - b) ofwel door het wondweefsel, indien de wortels aan de basis ontstaan en er zich een callusweefsel gevormd heeft.

De hardheid en de dikte van het weefsel rond de cellen die de nieuwe wortels aanleggen kan een invloed uitoefenen op de beworteling van stekken. Een tijd lang dacht men, dat daarin juist het verschil tussen gemakkelijk en moeilijk te bewortelen stekken bestond. Moderne onderzoekingen hebben echter uitgewezen, dat deze invloed van ondergeschikt belang is (SACHS, LORETI & DE BIE, 1964). Dit verschil is eerder van fysiologische aard (STOUTEMEYER, BRITT & GOODWIN, 1961; HESS, 1962, a en b; RICHARDS, 1964).

2.2.2. Fysiologisch.

Het ontstaan van adventiefwortels staat in verband met het dalend sap in het floëem. Algemeen wordt aangenomen dat endogene hormonen, bij een bepaalde, lage, concentratie aanwezig in die dalende sappen, opgehouden worden aan de basis van een stek en aldus een rol spelen bij het ontstaan van adventiefwortels. HESS (1962,b) vond door chromatografisch onderzoek weinig verschil tussen het gehalte aan endogene hormonen bij gemakkelijk en moeilijk te bewortelen stekken. Deze

onderzoeker neemt aan dat ten minste 4 stoffen die hij "cofactoren" noemt en die wortel-stimulerend zijn, aanwezig zijn in gemakkelijk te bewortelen stekken. Bij moeilijk te wortelen stekken toonde hij verschillende "cofactoren" aan met wortel-verhinderende werking.

De aanwezigheid van gelijkaardige stoffen werd o.a. ook aangetoond door BOUILLENNE & BOUILLENNE-WALRAND (1955); SEN & BASU (1960); FERNQUIST (1962); LANPHEAR & MEAHL (1963); KAWASE (1964) en FELLENBURG (1964).

Enkele tegenstrijdige bevindingen van deze onderzoekers wijzen erop dat omtrent de werking van deze "cofactoren" nog maar weinig gekend is.

Dat de wortelstimulerende stoffen in de bladeren gesynthetiseerd worden leert ons o.a. het onderzoek van FUJII & MITSUHASHI (1962). Bij normale omstandigheden zakken deze stoffen langs de stengel naar de wortels. Bij het afsnijden van een stengelstuk als stek, gebeurt er een ophoping van deze stoffen aan de stekbasis, waar ze hun wortelstimulerende werking uitoefenen. Dit transport wordt soms beïnvloed door het licht, zoals o.a. blijkt uit het werk van FERNQUIST (1962) en MITTEMPERGER (1963).

Door aan te nemen dat de beworteling van stekken niet door één enkele auxine wordt bepaald, maar eerder door een zekere verhouding en concentratie van een complexe groep stoffen, deels met wortelstimulerende en deels met wortel-verhinderende eigenschappen, krijgt het toedienen van synthetische hormonen de betekenis van een verbetering van een onjuiste onderlinge verhouding. Door aan te nemen, dat deze stoffen hoofdzakelijk in de bladeren worden samengesteld, begrijpt men het essentieel verschil tussen kruidachtige zomerstekken en bladerloze winterstekken.

Enkele auteurs, o.a. BUYS (1963) en HARRIS & HART (1964), leggen de nadruk op de tegenovergestelde werking van twee groepen stoffen.

De stoffen van de eerste groep bezitten een wortel-stimulerende werking, verhinderen tevens het uitlopen der zijogen, worden in topmeristemen gesynthetiseerd en dalen langs de stengel naar de wortels. Dit zijn de hormonen en "cofactoren".

De stoffen van de tweede groep, hebben waarschijnlijk een samenstelling gelijkend op kinetine, zijn wortel-verhinderend en stimuleren het uitlopen der zijogen; zij worden in de wortelmeristemen gevormd en worden met het stijgend sap in de plant verspreid.

Besluit : Omtrent het ontstaan en de ontwikkeling van adventiefwortels bij stekken is dus weinig met zekerheid bekend. Er bestaan wel enkele hypothesen maar vooral het fysiologisch onderzoek staat nog voor vele onopgeloste problemen.

2.3. FACTOREN DIE HET BEWORTELEN VAN STEKKEN BEÏNVLOEDEN.

In de tuinbouw meer dan bij andere landbouwteelten, worden de klimaatfactoren kunstmatig gewijzigd. Dit gebeurt ook en vooral bij de vermenigvuldiging. De glasteelt is de techniek bij uitstek, om een gewenst microklimaat te scheppen. Kruidachtige stekken worden bijna altijd onder glas tot beworteling gebracht. Hiertoe is het zelfs noodzakelijk serres speciaal in te richten. De uitwendige klimaatfactoren hebben eerder onrechtstreeks invloed op de beworteling van stekken, omdat ze de inwendige factoren beïnvloeden.

Omtrent deze inwendige factoren stelt de plant wel bepaalde eisen. Gewoonlijk bestaat er een minimum, een optimum en een maximum. De eisen variëren van plantesoort tot plantesoort en zelfs van cultuurvariëteit tot cultuurvariëteit.

De klimaatfactoren zijn onderling afhankelijk van elkaar. Door bijvoorbeeld de lichtsterkte op te drijven wordt niet alleen de fotosynthese geactiveerd, maar tevens stijgt de inwendige temperatuur onder invloed van de stralingsenergie; aldus wordt ook de transpiratie beïnvloed, wat onrechtstreeks de waterhuishouding wijzigt.

Om een beter inzicht te krijgen omtrent de diverse eisen van een stek zullen de voornaamste factoren, die het bewortelen van stekken beïnvloeden, behandeld worden.

2.3.1. De turgescentie en voorzorgen om verwelking tegen te gaan.

FLOOR (1955) en DORE (1965) beweren dat de vochtigheid voor het inwortelen van stekken de belangrijkste factor is. Daar, zoals we reeds lieten opmerken, de verschillende factoren onderling sterk afhankelijk zijn, is het niet gemakkelijk om te achterhalen, welke factor werkelijk de belangrijkste is. Alles hangt af van het standpunt dat men inneemt.

Nu is een stek juist een plant, die beroofd is van de voornaamste vochtopnemende organen. Een bladerloze winterstek (dus een houtachtige stek) mist terzelfdertijd de organen, langswaar de plant het meeste water verspeelt. De problemen omtrent de vochtigheid stellen zich bij houtachtige stekken niet zo scherp als bij kruidachtige. Er treden ook heel wat onderlinge verschillen op, naargelang we te doen hebben met xerofyten, ofwel met planten die niet speciaal gebouwd zijn om droogteperioden te kunnen overleven.

Over het algemeen zijn kruidachtige stekken ten overstaan van verwelking zeer kwetsbaar, niet alleen wegens hun groter transpiratie-opervlakte, doch ook, omdat de wekere stengel door waterverlies rap zijn stevigheid verliest en aldus minder weerstand kan bieden tegen infectie, vooral deze door parasitaire schimmels veroorzaakt. VAN HOLDER & VERMEIRE (1959) konden vaststellen dat stekken, die een groter procent van hun vocht verloren hadden, een hoger procent verrotting vertoonden. CRAM & LINDQUIST (1961) nemen aan dat kruidachtige stekken minstens 70% water moeten bevatten, om goed te kunnen bewortelen.

Bij de meeste kruidachtige stekken is het behoud van de turgescentie, die dus onontbeerlijk schijnt voor een normale beworteling, de voorwaarde waaraan in de praktijk het minst gemakkelijk te voldoen is. Tuinbouwers, gespecialiseerd in het vermenigvuldigen van planten door middel van kruidachtige stekken, hebben dan ook in de loop der tijden een reeks technieken bedacht met het doel de transpiratie van die stekken te verminderen. Een overzicht van deze technieken geeft ons volgende indeling :

1. Reductie van het bladoppervlak
2. Bedekking met een paraffinelaag
3. Verhoging van de luchtvochtigheid door :
 - 3.1. Belommeren
 - 3.2. Dichtmaken van de stekruimte
 - 3.3. Humidificatie of waternverstuiving
4. Waternevel.

De werking van deze verschillende technieken is van die aard, dat enkel bij paraffinebedekking en bij waternevel het afschermen der stekken bij zonneschijn niet nodig is. Anderzijds zijn lichtstralen voor het inwortelen van kruidachtige stekken noodzakelijk. Het bedekken der bladeren met een paraffinelaag is wegens het verhinderen van gasuitwisselingen geen goed bruikbare techniek.

Vooraleer men de waterneveltechniek kende beschikte men dus over geen enkel goed middel om kruidachtige stekken, zonder xerofytische kenmerken, onder gunstige omstandigheden te laten bewortelen, namelijk bij voldoende lichtintensiteit. Daar verlies van turgescentie voor de meeste stekken fataal is, was het noodzakelijk deze kruidachtige stekken te donker te plaatsen, zodat de beworteling eerder traag verliep, met het risico een groot procent mislukkingen te bekomen.

2.3.2. Temperatuur.

De inwendige temperatuur van een stek wordt voor een groot deel beïnvloed door de temperatuur der omgeving, zowel van de lucht als van het substraat. Daarenboven wordt de temperatuur der stekken verlaagd door evaporatie en verhoogd door zonneschijn.

De temperatuur van het steksubstraat of bodemtemperatuur is meestal aan geringe schommelingen onderhevig. Zij is in de praktijk, vooral door het aanwenden van elektrische bodemverwarming (zie o.a. JACOBS, 1963) voldoende constant te houden. De temperatuur van de omgevende lucht is heel wat minder gelijkmatig.

Dat de beworteling van stekken sterk afhankelijk is van hun temperatuur, is sinds lang gekend. De optimale temperatuur is enigszins

in verhouding met de lichtintensiteit. Daar het, bij toepassing van waternevel, mogelijk is geworden heel wat hogere lichtintensiteiten bij het stekken te benutten, zijn onze ideeën over de optimale bewortelingstemperatuur van kruidachtige stekken ook gewijzigd; te meer daar bij waternevel een verhoging van temperatuur geen groter verwelkingsgevaar betekent. Vroeger was men de mening toegedaan dat een bodemtemperatuur van 15 tot 18° C voor de meeste planten optimaal was (WELLENSIEK & DOORENBOS, 1956; LINDEMAN, 1954 a en b). Bij het aanwenden van waternevel echter ligt de optimale stektemperatuur heel wat hoger, vermoedelijk rond de 25° C of hoger (zie o.a. ROWE-DUTON, 1959; RIEHL, 1961 en HENRARD, 1962, b).

Omtrent de maximale bewortelingstemperatuur is er nu nog zeer weinig bekend. Bij stijgende temperatuur werden de stekken eerder door verwelking dan door te hoge temperatuur beschadigd.

Dat de plant, voor het vormen en ontwikkelen van adventiefwortels meer warmte verkiest dan voor adventiefknoppen bij bladstekken, blijkt uit het werk van RUENGER (1959 en 1960) en van HEIDE (1964).

Voor het vormen van adventiefwortels en van zijwortels verkiest de plant een hogere temperatuur dan voor de lengtegroei der wortels (zie o.a. RUENGER, 1956).

2.3.3. Lichtintensiteit en fotoperiode.

Er is te weinig wetenschappelijk onderzoek verricht opdat wij ons een juist idee zouden kunnen vormen omtrent de invloed van de lichtintensiteit op de beworteling van kruidachtige stekken. Enkele gegevens vindt men o.a. bij BRANDSTAETTER (1955) en WELLS (1961).

De laatste jaren is veel onderzoek gedaan omtrent de invloed van de daglengte op de beworteling van stekken. Algemene besluiten kan men echter niet trekken, want de resultaten zijn te fel uiteenlopend (zie o.a. EMMERSON, 1959, KAMP & VAN DRUNEN, 1959; SHANNON & KAMP, 1959; VAN DRUNEN & KAMP, 1959; LANPHEAR & MEAHL, 1961; PIRINGER, 1961; VAN ONSEM, 1961; EURUTA & andere, 1963).

Een tekort of afwezigheid van licht veroorzaakt het etioleren van de stengel, hetgeen het ontstaan van adventiefwortels begunstigt.

Dat wortels zich meestal liever in het donker ontwikkelen dan in licht, wordt algemeen aangenomen en steunt o.a. op het werk van DUBUY & NUERBERGK (1935).

Dit is wellicht ook de reden, waarom men stekken in een substraat plaatst. Omtrent de verklaring van dit verschijnsel bestaan uiteenlopende meningen (o.a. SHAPIRO, 1961, en FERNQUIST, 1962 t.o.v. DORSMAN, 1965).

Proeven met licht van beperkte spectrale samenstelling geven resultaten waar weinig lijn in zit (WELLENSIEK & DOORENBOS, 1956). RUENGER (1957) echter, meent dat vooral het rood gedeelte van het spectrum de beworteling gunstig beïnvloedt.

2.3.4. Het steksubstraat.

Het substraat moet aan de stekken de gunstige omstandigheden verschaffen die nodig zijn voor de aanleg en het ontwikkelen van de eerste wortels. Dat deze omstandigheden niet dezelfde zijn als voor de verdere ontwikkeling van de wortels is gemakkelijk te verstaan. In de praktijk worden de stekken, van zodra ze over enkele worteltjes beschikken, verplaatst in een ander substraat, dat vooral rijker is aan voedende elementen.

Het substraat moet, naast een gering gehalte aan voedende elementen, ook een gepaste hoeveelheid water en lucht ter beschikking stellen van de stekken.

Verschillende stekken kunnen adventiefwortels vormen in water. Dit is zelfs een zeer eenvoudige methode, die veelal aan liefhebbers aangeraden wordt. CHERRY (1965) stelt dit voor als een gemakkelijke werkwijze, die bij een hele reeks planten is toe te passen. Soms wordt deze stekmethode zelfs in de cultuurpraktijk aangewend (zie bv. ABEELS, 1961).

Zelfs voor moeilijk te stekken planten kan het stekken in water de enig mogelijke vermenigvuldigingsmethode zijn (FOSTER, 1963, a en b).

De proefnemingen van ZIMMERMAN (1930) en DUPPERREX (1944), leren ons dat, bij het ontstaan van adventiefwortels, lucht noodzakelijk aanwezig is in het steksubstraat.

GUMINSKA (1962) bestudeerde de wortelontwikkeling van volwassen planten in verband met lucht en water. Hij deed dit in watercultuur en beweert dat de wortelontwikkeling in een voedingsoplossing niet zozeer gehinderd wordt door een tekort aan lucht, doch veeleer door de aanwezigheid van een onbekende stof die, door de wortels zelf afgescheiden, na enkele dagen zuurstofopname tegenwerkt.

Het is zeker dat vele planten geen plotse verandering van de vochtigheidstoestand van het steksubstraat verdragen. Misschien is dit onrechtstreeks te wijten aan temperatuurschommeling. De juiste uitleg ervan is nog niet gekend. In dit verband willen wij ook wijzen op enkele slechte resultaten die met onderbevloeiing van het steksubstraat bekomen werden (MONIN, 1962) met Prunus serrulata LINDL. Persoonlijk konden wij in de winter 1964-65 Ficus elastica ROXB. niet doen inwortelen in een turfsubstraat, dat door een systeem van onderbevloeiing met schommelend waterpeil vochtig werd gehouden.

Omtrent de samenstelling en de concentratie van de voedingsoplossing of van het bodemwater, waarbij het ontstaan en het ontwikkelen van adventiefwortels bij stekken het gunstigst beïnvloed wordt, bestaan er eveneens weinig gegevens. De verschillende auteurs zijn het erover eens, dat deze voedingsoplossing zeer zwak moet zijn en een heel wat lagere concentratie moet hebben dan voor volwassen planten (zie o.a. ZIMMERMAN, 1958; CHATTERJEE, 1959; CHALLENGER, 1961; RIEHL, 1962 a en c; RIEHL, 1963 a en b).

Sommige mineralen hebben ook een specifieke invloed op het inwortelen van stekken (zie o.a. SCARAMUZZI, 1960; BUSSLER, 1961; CORMAC, 1965).

Omtrent het soort steksubstraat dat de beworteling het gunstigst beïnvloedt, is zeer veel onderzoek gedaan. Hoewel soms uiteenlopende resultaten bekomen worden, blijken turf, zand of een mengsel van beide substraten de beworteling van de meeste stekken het gunstigst te beïnvloeden (WELLENSIEK & DOORENBOS, 1956). Een tijdlang werd met vermiculiet geëxperimenteerd met betrekkelijk goed gevolg voor enkele planten, doch daar het succes weinig algemeen is, wordt dit substraat nu meer en meer verlaten. Daarentegen boekt men de laatste tijd met

perliet heel wat goede resultaten en is dit substraat te verkiezen boven zand. Het waterhoudend vermogen van turf daalt, volgens DE BOODT & SCHELSTRAETE (1964), minder door toevoegen van perliet dan door toevoegen van zand.

Ook enkele andere steksubstraten geven soms goede resultaten, doch minder algemeen dan turf, zand en perliet. Hiervoor komen in aanmerking : zandige tuinaarde, zagemeel (CHALLENGER, 1961), bladgrond, koolas en gemalen puimsteen. In de tropen wordt veelal verterde kokosvezel gebruikt.

Vroeger werd koolas aangezien als één der beste steksubstraten en werd in ons land algemeen aangewend (BUYSSSENS, 1949). Tegenwoordig wordt koolas niet meer als een ideaal steksubstraat beschouwd.

De invloed van de zuurgraad op de beworteling van Amerikaanse anjers werd aangetoond (WILLE, 1958).

Bij de keus van het steksubstraat speelt ongetwijfeld de bodemtemperatuur een rol. Zo bekwam WERMINGHAUSEN (1964) betere beworteling door "Styromull" (*) bij turf te mengen. Hij schrijft dit toe aan de iets hogere temperatuur van dit mengsel, tegenover zuivere turf die een hogere watercapaciteit heeft.

De invloed van het substraat op de beworteling van stekken is dus eerder complex. Bij licht gewijzigde weersomstandigheden en verzorgingsmaatregelen kan een stek zijn voorkeur voor een bepaald substraat ook wijzigen. Aldus is het te verklaren dat men hierbij soms tegenstrijdige proefresultaten bekomt.

Het aanwenden van een steksubstraat is echter steeds de oorzaak van verliezen wegens infectie van parasitaire schimmels en verrottingsbacteriën. Stekken zijn immers zeer kwetsbare planten, omdat ze een snijwonde bezitten, hun groei plots verstoord wordt en, bij het plaatsen der stekken in een substraat, een plantedeel dat daartoe niet bestemd is, in de grond gebracht wordt.

(*)Styromull: Vlokken schuimplastiek.

Kruidachtige stengelstekken moeten, wegens hun verwelkingsgevaar, in vochtiger omstandigheden gehouden worden dan houtachtige, zoniet zijn zij gemakkelijker ten prooi aan allerlei infecties.

Verschillende auteurs maken melding van proeven, waarbij gunstige resultaten bekomen werden door het gebruik van fungiciden bij het stekken (o.a. GRACE, 1941; DORAN, 1952 en VAN DOESBURG, 1962). Het gunstig resultaat is soms zelfs van die aard dat men een wortelstimulerende werking aan het fungicide toeschrijft (LEVANDOWSKY, 1959; TINLEY, 1961).

2.3.5. Behandeling met wortel-stimulerende stoffen.

Onder alle factoren, die de beworteling van stekken beïnvloeden, is het behandelen met wortel-stimulerende stoffen, voornamelijk met fytohormonen, het meest onderzocht.

Aanvankelijk, namelijk kort na de eerste wereldoorlog, ging de aandacht naar oxyderende stoffen (CURTIS, 1918 en CONNORS, 1924) en azijnzuur (SMALL, 1923 en LAURIE, 1928).

Aan de hand van een studie van de beworteling bij houtachtige stekken nam VAN DER LEK (1925) aan, dat een hormoon, in de zin van "orgaan-vormende" stoffen volgens de theorie van SACHS (1880 en 1882) de wortelvorming bij stekken regelt en dat dit hormoon, dat hij rhizocaline noemde, door de knoppen wordt gevormd. Dit werd bevestigd door het werk van WENT (1929). Tussen 1931 en 1934 isoleerden KÖGL en HAAGEN SMIT de hormonen : auxine a; auxine b en hetero-auxine. Verschillende onderzoekers vonden, dat deze en enkele andere stoffen met gelijkaardige werking, wortel-stimulerend zijn. Rond 1935 werden in de tuinbouwpraktijk de eerste toepassingen gedaan met hetero-auxine op het inwortelen van stekken. Sindsdien zijn er zeer vele publikaties verschenen over de invloed van hormonen op de beworteling van allerlei gewassen, vooral tuinbouwgewassen, en de manier van aanwenden. Ze allen vermelden zou ons te ver leiden. Wij willen echter wijzen op het verdienstelijk en baanbrekend werk van de Amerikanen ZIMMERMAN en HITCHCOCK, die tussen 1938 en 1944 de wortel-stimulerende invloed van een ganse reeks organische verbindingen bepaalden.

In Nederland is het vooral op het laboratorium van de Proeftuin van Boskoop dat praktische onderzoeken gedaan werden, die toelaten aan de boomkwekers raadgevingen omtrent het gebruik van groeistoffen bij het stekken te geven (KRUYT, 1947).

In ons land werden de bevindingen bij een reeks van 250 stekken van tuinbouwplanten door CORTVRIENDT, VAN HOLDER & VAN ONSEM (1950) gepubliceerd. Zij passen vooral de poedermethode toe, waarbij de hormonen met fijn verpulverde houtskool gemengd worden. De goede resultaten met deze methode bekomen, zijn meer dan waarschijnlijk te wijten aan de vocht-opslorpemde en voor de snijwonden enigszins ontsmettende nevenwerking van het houtskoolpoeder. Ook moet hier eveneens het werk van VERLEYEN (1948) vermeld worden, die een tamelijk volledig historisch overzicht geeft van het gebruik van fytohormonen bij de beworteling van stekken, met daarnaast een uitgebreide reeks proeven met verschillende tuinbouwplanten.

De laatste decennia wordt het onderzoek over fytohormonen- en groeistoffenbehandeling onverpoosd voortgezet.

De meeste onderzoekers nemen tegenwoordig aan dat een groeistoffenbehandeling bij kruidachtige stekken, niet rechtstreeks een verhoging van het bewortelingsprocent als gevolg heeft, doch dat zij de bewortelingssnelheid in de hand werkt (CHADWICK & REISH, 1961; MONIN, 1962).

Verschillende onderzoekers vonden dat de aanleg en groei van adventiefwortels geregeld wordt door een complex van inwendige stoffen, waarvan sommige een stimulerende en andere een remmende werking op de wortelaanleg en -groei uitoefenen (zie onder 2.2.2.).

Bij vele planten is de geschiktheid tot bewortelen van hun stekken afhankelijk van het ontwikkelingsstadium van de moederplant (zie verder onder 2.3.6.). Ook dit houdt waarschijnlijk verband met de aanwezigheid van wortel-stimulerende en wortel-remmende stoffen. Ook de bevindingen van DE HAAS & HILDEBRANDT (1963) zijn aldus te verklaren.

In de tuinbouwpraktijk worden bij het stekken 3 hormonen :

α -naftylazijnzuur (N.A.A.), β -indolazijnzuur (I.A.A.), en β -indolboterzuur (I.B.A.), algemeen toegepast.

De drie methoden van behandeling die het meest voorkomen zijn :

1. De poedermethode : groeistoffen gemengd in gemalen houtskoolpoeder of talk aan een concentratie van 0,05 tot 0,5% worden aangebracht op de snijwonde, en dit vooral bij kruidachtige stekken.
2. De opzuigmethode : het onderste gedeelte van houtachtige stekken plaatst men gedurende 24 tot 36 h in een waterige oplossing van hormonen waarvan de concentratie 10 tot 200 ppm bedraagt.
3. De "Quick-dip-methode" : zoals voorgaande, doch met hogere concentraties (100 - 1.000 ppm) een zeer korte opzuigtijd (hoogstens een paar minuten).

Hoewel hieromtrent reeds een uitgebreid wetenschappelijk onderzoek in de meeste landen van de wereld plaats vond, is over de fysiologie der groeistoffen en de juiste draagwijdte van hun invloed op de worteling van stekken, nog zeer weinig gekend.

2.3.6. De moederplant en haar ontwikkeling.

De aanleg tot al dan niet gemakkelijk bewortelen van stekken wordt in hoofdzaak erfelijk bepaald. Hoe die aanleg echter wordt overgedragen is nog niet bekend (VERLEYEN, 1948). Nauwverwante soorten, zelfs diverse cultuurvariëteiten van eenzelfde soort, vertonen hieromtrent soms grote verschillen. Naast de erfelijke aanleg bepaalt de toestand, waarin de moederplant zich op het ogenblik van het steksnijden bevindt, de geschiktheid tot wortelvormen. Zo menen GARNER & HATCHER (1955 en 1962), dat alles wat de vegetatieve groei bevordert, ook het ontstaan en het ontwikkelen van adventiefwortels in de hand werkt.

Dat deze regel niet algemeen geldend is, illustreren ons o.a. de bevindingen van RIVALS & ASSAF (1963) en van BUYS (1963).

Over het algemeen gesproken bewortelen kruidachtige stekken gemakkelijker dan houtachtige. Stekken van jonge planten geven vaak een kloeker wortelgestel dan indien ze van oudere planten gesneden worden (zie o.a. TOGNONI, 1964), hoewel op langere termijn soms het tegenovergestelde bekomen wordt (bv. ALTSTADT, 1964 a en b).

Enkele planten kunnen gans het jaar door gestekt worden. De meeste planten echter zijn moeilijk of niet te stekken tijdens de bloei van de moederplant.

De voedingstoestand van de moederplant heeft ook een invloed op het gemak van bewortelen der stekken (zie o.a. VON HENTIG, 1959; RIEHL, 1962, b; HOGAN, 1963). Algemeen neemt men aan, dat een hoge C/N verhouding in het te stekken weefsel voordelig is. Welnu, veel licht is gunstig voor een hoge C/N verhouding en is meestal ook voordelig bij de teelt der moederplanten.

2.3.7. Aard en vorm van de stek.

Ook de aard en vorm van de stek kan invloed hebben op zijn beworteling.

Er wordt aangenomen dat onder de kruidachtige stengelstekken de topstekken het gemakkelijkst bewortelen, daar het topmeristeem meer actief is bij de productie van hormonen dan de zijogen. FLOOR (1963) bewees echter dat dit niet algemeen geldend is. Daar echter de bladeren van kruidachtige topstekken weker zijn, vergt het meestal groter zorgen om zulke stekken voor verwelking te behoeden. Anderzijds neemt men aan, dat een zekere fotosynthese tijdens de inwortelingsperiode gunstig is voor een hoge C/N verhouding in de stekbasis. Aldus beschikt een stek liefst over een zo groot mogelijk bladoppervlak (zie o.a. STRYDOM, 1962). Tamelijk jonge bladeren zijn het meest actief wat de fotosynthese betreft. Bij rankplanten met lange internodiën zijn het de middenstekken, die over bladeren beschikken met een grote bladschijf en met een grote fotosynthese-activiteit (HOWARD, 1960 en RIVALS & ASSAF, 1963).

Ook de aard en plaats van de snede kunnen een invloed hebben op de beworteling. Een zuivere snede vermindert de kans op infectie langs de snijwonde, doch is soms ongunstig voor de beworteling. Waarschijnlijk is dit te verklaren door de vorming van minder callusweefsel. Ook het kneuzen en verwonden van het onderende van stekken kan de beworteling gunstig beïnvloeden (zie o.a. WELLS, 1962).

In de tuinbouwpraktijk wordt als algemene regel aangenomen, dat stengelstekken moeten gesneden worden juist onder een knoop. WELLEN-SIEK & DOORENBOS (1954) en VAN RAALTE (1958) geven daarvoor uiteenlopende verklaringen.

CHADWICK (1933 en 1955) deed systematische proefnemingen daaromtrent en vond dat de plaats van de snede, ten overstaan van de knoop bij vele beproefde soorten tuinbouwgewassen geen invloed had op de beworteling. Dit is in tegenstrijd met hetgeen algemeen wordt aangenomen.

Bij kruidachtige stekken neemt men gewoonlijk tamelijk kleine stekken (niet te klein echter bij topstekken) omdat er toch liefst enkele volwassen bladeren moeten aanwezig zijn om de fotosynthetische activiteit te verzekeren. Bij het nemen van grotere stekken ondervindt men gewoonlijk een moeilijker start van de beworteling, omdat de basis van de stek, waar de wortels moeten ontstaan, minder week is. In bepaalde gevallen kan dit nadeel niet opwegen tegen het voordeel dat grotere stekken bieden. Deze laatste ontwikkelen zich later beter, doordat men vertrekt met meer fotosynthetisch actief weefsel (zie o.a. TINGA, Mc. GUIRE & PARVIN, 1963; TINGA, 1963).

HUMPHRIES (1960) bewees dat adventiefwortels gevormd worden ten koste van produkten der fotosynthese. Hieruit volgt dat bladeren en licht nodig zijn voor het inwortelen van kruidachtige stekken.

2.3.8. Besluit.

Bij de studie van de factoren die een invloed hebben op de bewortelingsmogelijkheden van stekken menen wij een paar opmerkingen te moeten maken.

1. De verschillende plantesoorten (zelfs binnen een bepaalde soort de verschillende cultuurvariëteiten) reageren zeer uiteenlopend. Het is derhalve onmogelijk algemeen geldende richtlijnen aan te geven.
2. Niettegenstaande het veelvuldig onderzoek dat hierover geschiedt, weet men nog niet juist hoe de verschillende factoren het bewortelingsproces beïnvloeden. De oorzaak van die onvoldoende kennis is :

- a) de wederzijdse invloed van de factoren; het is zeer moeilijk proeven uit te voeren, waarbij alle factoren constant blijven, terwijl van één bepaalde factor variaties vergeleken worden;
- b) de aanwezigheid van storende factoren, die moeilijk te controleren zijn; wij noemen er hier slechts twee : de microorganismen in de grond en de complexe reeks inwendige stoffen, waarvan sommige een stimulerende, andere een remmende invloed op de beworteling hebben, soms bij uiterst lage concentratie.

Samenvattend willen wij hier nog even wijzen op het belang van de omgevingsfactoren. Deze hebben een niet te onderschatten invloed op de beworteling van stekken. Binnen bepaalde grenzen, die men minimum en maximum noemt, hebben die factoren een invloed op de snelheid en de kwaliteit van de beworteling. Buiten die grenzen, dit is beneden het minimum en boven het maximum, verhinderen deze factoren het inwortelen van stekken. De drie voornaamste omgevingsfactoren, temperatuur, vochtigheid en licht zijn zeker sterk van elkaar afhankelijk.

In de hedendaagse tuinbouwpraktijk beschikt men over middelen om de temperatuur van lucht en bodem gemakkelijk te regelen. De temperatuur van de stekken tussen maximum en minimum houden, schept geen problemen. Hetzelfde geldt voor de lichtintensiteit wat de minimumgrens betreft. Hogere intensiteiten, die waarschijnlijk wel nog beneden het optimum liggen kunnen wij niet benutten wegens schadelijke nevenwerkingen.

Het regelen van de vochtigheid schept de meeste problemen. Immers kruidachtige stekken beschikken, althans aanvankelijk, over geen wortels en wortels zijn nu eenmaal de organen waarlangs volledige planten water opnemen. Kruidachtige stengelstekken daarentegen zijn echter wel voorzien van bladeren en dit zijn nu juist de organen waarlangs het grootste waterverlies geschiedt.

Het substraat bij het stekken is nodig enerzijds voor het vastzetten der stekken en anderzijds opdat de jonge wortels water en onontbeerlijke voedende elementen zouden kunnen opnemen. Daartegenover staat dat het substraat, evenals het omgevende milieu, een mogelijke bron van infectiegevaaren betekent.

Uit de studie van de overige factoren (behandeling met wortelstimulerende stoffen, de groeitoestand van de moederplant, aard en vorm van de stekken) blijkt dat nog vele onopgeloste problemen bestaan, vooral betreffende het complex der endogene stoffen met invloed op de beworteling van stekken.

3. STEKKEN ONDER WATERNEVEL (MIST PROPAGATION).

=====

3.1. BEPALINGEN.

Waternevel is de techniek, waarbij men ervoor zorgt dat de bladeren blijvend met een waterfilm bedekt zijn. Dit wordt vooral toegepast tijdens de bewortelingsperiode van stekken.

Het verhogen van de relatieve luchtvochtigheid in de kweekruimte kan wel onrechtstreeks een gevolg zijn van waternevel, doch is daarbij niet absoluut noodzakelijk. Deze techniek kan men immers ook in open lucht toepassen en verhoogt dan de luchtvochtigheid zeer weinig. SNYDER & HESS (1955) wijzen op het essentieel verschil dat er bestaat tussen waternevel (mist propagation) en het verhogen der luchtvochtigheid (humidification).

Soms wordt hoge luchtvochtigheid bekomen door het verstuiven van water, door middel van sproeidoppen of van een centrifugale waterverstuiver. Hierbij moet de druppelgrootte van het verstoven water zeer klein zijn, liefst met een diameter van een orde van grootheid van 0,001 mm, zodat het water snel verdampt en aldus de luchtvochtigheid doet stijgen.

Bij waternevel is de druppeldoormeter normaal groter. Het is immers de bedoeling water op de bladeren te laten vallen; tijdens zijn val, die langer duurt als de druppels kleiner zijn, mag het water niet volledig verdampen. Werkt men wel met waterdruppels met kleine doormeter, dan moet eerst door dit waterverstuiven de relatieve luchtvochtigheid tot rond de 100% gestegen zijn, opdat de verdamping van water zo gering zou zijn, zodat de vallende druppels de bladeren kunnen bereiken. Met andere woorden, wanneer men met een centrifugale waterverstuiver werkt, zoals VAN DOESBURG & RAVENSBERG (1959), dan moet het toestel nog een tijd blijven doordraaien, nadat de relatieve luchtvochtigheid van 100% bereikt is. Dan eerst is er werkelijk van waternevel sprake.

Het aanbrengen van de waterfilm op de bladeren kan dus op verschillende manieren geschieden. De eenvoudigste manier is het regelmatig met een sproeitoestel (gieter of slang), telkens voordat de bladeren droog gekomen zijn, de planten te begieten. Deze techniek was sinds lang door enkele bekwame kwekers gekend als zeer efficiënt bij de beworteling van stekken. Deze techniek is echter aldus praktisch niet toe te passen. Hierdoor komt het, dat men dit vóór 1940 uit het oog verloren had en er niet aan gedacht heeft de besproeiingen mechanisch uit te voeren.

3.1.1. "Constant mist".

De eerste toepassingen van mechanische waternevel geschieden door water aanhoudend te verstuiven, met behulp van sproeidoppen met gering waterdebiet. Er werden hiervoor sproeidoppen aangewend, die voor het verstuiven van stookolie in oliebranders gebruikt worden. De eerste proeven volgens dergelijke werkwijze werden ongeveer gelijktijdig door 3 Amerikaanse onderzoekers uitgevoerd (RAINES, 1940; GARDNER, 1941; FISCHER, 1943).

Alhoewel de resultaten aanvankelijk bevredigend en veelbelovend waren, bleek rap dat aan deze werkwijze een paar nadelen verbonden waren, zodat men naar verbeteringen moest zoeken.

Vooreerst was de grote hoeveelheid water, die op de planten en onvermijdelijk in het substraat terecht kwam, zeer nadelig, zowel door het uitwassen van nuttige stoffen uit de stekken, als door de ongunstige invloed op de temperatuur en op het luchtgehalte van het substraat. Zelfs een zeer doorlaatbare bodem kan dit laatste euvel niet verhelpen.

Daarbij kwam het feit dat sproeidoppen met gering debiet, dus met een kleine boring, vaak gingen verstoppem, vooral bij gebruik van kalkhoudend water.

Onvermijdelijk moest men zijn toevlucht zoeken bij doppen met een groter boring, die dus een groter debiet hadden, doch die men niet continu liet doorsproeien.

3.1.2. "Intermittent mist".

Het aan- en afleggen van de waternevelinstallatie kan met de hand geschieden. Zoals het niet mechanisch uitvoeren der besproeiingen, is dit zeer moeilijk te verwezenlijken.

De eerste uitvoering van "intermittent mist" bestond uit een opstelling met een elektrisch aangedreven waterkraan in de sproeileiding, die door een tijdschakelaar bevolen werd. Als kraan verkiest men een elektro-magnetische boven een elektro-motorische, omdat het opengaan en het afsluiten bij deze laatste te langzaam geschiedt, waardoor een onregelmatige verdeling van het water bekomen wordt.

Van echte automatisatie is hier nog geen sprake, daar het opengaan en afsluiten van de kraan geen rekening houdt met de vochtigheidstoestand van het bladoppervlak. Daar bij waternevel het bladoppervlak steeds met een filmpje water bedekt moet zijn, moet de tijdschakelaar zo geregeld worden, dat bij de meest drogende omstandigheden het blad nooit droog komt. Daar die omstandigheden nogal wisselend zijn, wordt er dus onvermijdelijk nog heel wat te veel gespreeid. Door toepassing van de tijdschakelaar is het wel mogelijk doppen met grotere boring te gebruiken, die niet zo gemakkelijk verstopt geraken. De hoeveelheid water die in het steksubstraat terecht komt is echter nog te groot en het drainageprobleem blijft bestaan.

In streken met weinig wisselende weersomstandigheden is het wel mogelijk, door enkele keren daags de tijd tussen de verschillende besproeiingen bij te regelen, de hoeveelheid versproeid water aan de werkelijke behoefte min of meer aan te passen.

In ons land echter, waar men een klimaat kent met afwisselend opklaringen en bewolking, zou het voortdurend bijregelen van de tijdschakelaar bijna bestendige oplettendheid vergen.

Het opdrogen van het blad staat vooral in verhouding tot de zonneschijn. Een volgende stap bij de automatisatie van waternevel bestaat erin, de tijd tussen 2 besproeiingen omgekeerd evenredig te houden met de lichtintensiteit. Dit kan gebeuren met een fotocel. Een draaiende beweging geschiedt door middel van een fotocel rapper of trager, naar-

mate de lichtintensiteit hoger of lager is. Na een bepaald aantal omwentelingen vindt een besproeiing plaats.

Deze technieken betekenen nog geen echte automatisatie, omdat er in feite geen directe rekening gehouden wordt met de vochtigheidstoestand van de bladeren.

3.1.3. Automatische waternevel.

Bij vol-automatische waternevel heeft de besproeiing slechts plaats juist vóór de waterfilm van de bladeren volledig verdampt is. Daar het echter moeilijk is een toestel te bouwen, dat de waterfilm op de bladeren van de plant waarneemt of meet, werkt men met een kunstmatig blad.

Bij een eerste methode wordt de elektrische weerstand gemeten tussen 2 elektroden, die zich op een bepaalde afstand van elkaar op dit kunstblad bevinden. Dergelijk kunstblad wordt "elektronisch" blad genoemd.

Bij andere opstellingen van automatische waternevel, weegt men het gewicht van een waterfilm op een groot kunstblad, dat in feite een schaal van een gevoelige balans is (zie o.a. HELFERT, 1961; HEFT, 1964).

Een derde mogelijkheid is het meten van de lengte van een hennepdraad. De lengte van dit draadvormig kunstblad is afhankelijk van zijn vochtigheidstoestand. Dit meetinstrument commandeert een elektrische schakelaar, die de elektro-magnetische kraan opent, totdat het kunstblad terug voldoende vochtig is (FLOOR, 1961).

3.2. INSTALLATIE VAN WATERNEVEL.

3.2.1. Water.

De eerste vereiste tot welslagen bij de installatie van waternevel is, dat men over een voldoende hoeveelheid water van goede kwaliteit beschikt.

3.2.1.1. Kwaliteiten van het water.

Alhoewel nauwkeurig onderzoek omtrent de optimale kwaliteiten van het te gebruiken water voor waternevel ontbreekt, neemt men algemeen

aan dat zuiver water, niet te rijk aan opgeloste zouten, te verkiezen is.

Onzuiver water verstopt de sproeidoppen. In zekere mate is hieraan te verhelpen door het plaatsen van een filter. Water, rijk aan opgeloste voedingszouten veroorzaakt groei van wieren, hetgeen nadelig kan zijn voor de planten, vooral als deze wieren zich gaan ontwikkelen op het substraat en er een afdekkende korst vormen, ofwel als ze zich op de planten zelf gaan vastzetten. Overigens betekenen wieren een vervuiling van de stekruimte, waaruit infectie kan ontstaan. Bij een te hoog kalkgehalte in het nevelwater wordt op de bladeren een kalklaag gevormd, die nadelig kan zijn door het verminderen van de fotosynthese, door het scheppen van een gunstig milieu voor de ontwikkeling van blauwe wieren en bij Ericaceae door het verhogen van de pH (zie o.a. DORSMAN & RAVENSBERG, 1957). Kalkhoudend water dat in het steksubstraat terecht komt, doet er eveneens de pH stijgen en kan een zandig substraat doen aaneenkitten, zodat dit te weinig doorlaatbaar en te hard wordt wat nadelig is voor de wortelvorming. Meestal is regenwater goed geschikt voor waternevel, indien men over een voldoende hoeveelheid kan beschikken.

Nauwkeurige gegevens omtrent de optimale verhouding van de opgeloste voedingselementen en omtrent de optimale zoutconcentratie van het nevelwater ontbreken.

Omtrent de optimale temperatuur van het te versproeien water is eveneens nog geen wetenschappelijk onderzoek gebeurd. Men neemt aan dat het voordeel van waternevel ligt in de lagere temperatuur, die het bovengronds gedeelte van de stek door het verdampen van de waterfilm bekomt (HESS & SNYDER, 1955; NEWTON, 1960), zodat fris water zou te verkiezen zijn.

Bij het versproeien komt het water in verhoogd contact met de lucht wat tot gevolg heeft dat de waterfilm, die zich op de bladeren vormt, veel lucht bevat. Dit heeft belang in verband met het feit dat de bladeren over voldoende CO₂ voor hun fotosynthese zouden kunnen beschikken. Hierdoor zal 's nachts voldoende zuurstof voor de ademhaling der planten ter beschikking blijven.

3.2.1.2. Kwantiteit water.

Het waterverbruik bij "constant-mist" heeft een orde van grootheid van 100 liter per m² per dag. Bij automatische waternevel schommelt dit verbruik rond de 10 liter.

3.2.2. Waterverdelingsapparaten.

Om water te kunnen versproeien door middel van sproeidoppen, is het nodig dat het water onder druk bij de sproeidoppen wordt aangebracht. Bij waternevel zijn enkele speciale eisen te stellen aan de uitvoering van de installatie der waterleidingen.

3.2.2.1. Druk.

Indien men over voldoende leidingswater, van behoorlijke kwaliteit en gepaste druk kan beschikken, is geen speciale inrichting voor het onder druk brengen van het water nodig. Indien men verkiest regenwater te gebruiken of als de druk van het leidingswater te gering is, is een hydrofoorgroep het best voor dit doel geschikt.

Het is ook mogelijk een centrifugale pomp te gebruiken, rechtstreeks op de sproeileiding aangekoppeld, zonder drukketel en zonder elektro-magnetische kraan.

Daar tegenwoordig voor waternevel bijna uitsluitend ketsdoppen gebruikt worden, is de vereiste druk eerder laag (meestal tussen 2 en 3 ato).

3.2.2.2. Leidingen.

Bij het plaatsen der leidingen moet men erop letten, dat het vormen van luchtzakken vermeden wordt, daar deze het nadruppen en het onregelmatig sproeien voor gevolg hebben. De sproeidoppen moeten zo geplaatst zijn, dat de leidingen, tussen de besproeiingen door, zich niet van water ledigen, want dit zou nadruppen en een onregelmatige aanvang der sproeibeurt betekenen. De beste opstelling is een horizontale leiding in of op het steksubstraat en voor iedere sproeidop een vertikale buis, hoewel de leidingen hierbij een hinder zijn voor de verschillende bewerkingen die aan de stekken moeten gebeuren. Daarom wordt veelal de horizontale leiding op een bepaalde hoogte boven het steksubstraat geplaatst met de sproeidoppen juist er bovenop.

3.2.2.3. Kraan en filter.

Bij automatische waternevel is het voor de goede werking en de regelmatige besproeiing van belang dat het openen en sluiten van de waterkraan zo rap mogelijk geschiedt. Daarom is een elektro-magnetische kraan het best geschikt. Om het verstoppn van sproeidoppen en het onvolledig afsluiten van deze kraan te voorkomen, is het aan te raden een filter in de leiding te plaatsen. De mazen van de filter moeten natuurlijk kleiner zijn dan de boring van de sproeidoppen.

3.2.2.4. Sproeidoppen.

Bij de opkomst van waternevel bestonden geen speciaal daartoe ontworpen sproeidoppen. Men moest beroep doen op bestaande typen. Aanvankelijk kwam de sproeidop uit oliebranders daarvoor in aanmerking. De oliebranderdop biedt het voordeel dat hij goedkoop is, een laag debiet heeft, namelijk minder dan 15 liter per uur, en een regelmatige waterverdeling verzekert. De nadelen van deze sproeidoppen zijn echter belangrijker :

- 1) Ze werken eerst goed bij hoge druk; meestal, naargelang van het type, meer dan 5 ato.
- 2) Ze bedekken slechts een relatief geringe oppervlakte met water, ze moeten tamelijk dicht bijeen geplaatst worden (meestal om de 30 tot 50 cm); men hoeft dus veel doppen te plaatsen.
- 3) Ze verstoppn rap, niettegenstaande iedere dop van een filtertje voorzien is. Vooral kalkrijk water verhoogt dit nadeel.
- 4) Bij het sluiten van de kraan druppen ze lange tijd na.

Voor continu waternevel waren deze typen het best geschikt wegens hun laag debiet. Voor "intermittent-mist" zijn ze minder geschikt.

Enkele typen van doppen werden nog beproefd zonder al te veel succes. We vernoemen hier slechts de zelfreinigende sproeidoppen en de sproeidoppen met spleetvormige opening en met sectorvormig sproei-patroon.

Het meest geschikt voor waternevel zijn de ketsdoppen. De meeste werden speciaal voor waternevel ontworpen. Ze zijn betrekkelijk een-

voudig van constructie. Een waterstraal stroomt door een betrekkelijk grote opening en spat uiteen op een ketsplaatje. De afstand tussen de boring en het ketsplaatje is regelbaar. Aldus kan ook vaak iedere dop afzonderlijk dichtgedraaid worden.

De voornaamste voordelen van deze doppen zijn :

- 1) Er wordt een betrekkelijk groot oppervlak regelmatig met water bedekt zodat 1 dop per m^2 stekbed volstaat.
- 2) Het nadruppen verdwijnt volledig indien er zich geen lucht in de leiding bevindt.
- 3) Wegens de betrekkelijk grote boring, die rond 1 mm schommelt, komen verstoppingen bijna niet meer voor, indien aan het begin van de leiding een gepaste filter zich bevindt.
- 4) De doppen zijn veelal afzonderlijk dicht te draaien wat zeer praktisch is bij het verzorgen der stekken.
- 5) De waterverdeling is tamelijk regelmatig, zelfs indien de doppen zich slechts op geringe afstand boven de stekken bevinden. 20 cm is daarvoor de minimum afstand, zodat deze doppen ook onder ramen te gebruiken zijn. Men bekomt evenwel een betere waterverdeling indien de dop hoger kan geplaatst worden. Bij plaatsing op 1 meter boven de stekken is de waterverdeling zeer goed.
- 6) De vereiste druk is relatief laag. Voor een goede waterneveldop volstaat reeds 1 tot 1,5 ato.
- 7) De grotere druppelgrootte biedt het voordeel, bij waternevel in open lucht, dat een lichte wind niet werkelijk schaadt aan de goede waterverdeling. Bij grotere boring en kleinere druk bekomt men een grotere druppeldoormeter. Aldus wordt de luchtvochtigheid minder verhoogd, hetgeen in open lucht toch van zeer weinig betekenis is.

Het enige nadeel van de ketsdop is zijn groot waterdebiet. Dit euvel is echter te omzeilen door het gebruik van automatische waternevel, die enkel werkt indien nodig en die het grootste gedeelte van de tijd in rust is. Bij de eerste typen van dit soort sproeidoppen bekwam men nog aanzienlijk nadruppen. Wegens sleet moest het ketsvlak regelmatig bijgeregeld worden en de doormeter van de boring vergrootte. Moderne ketsdoppen vertonen deze nadelen niet meer.

In de U.S.A. wordt vooral de "Florida"-ketsdop, type 550 A, gebruikt. Het debiet van deze dop is 30 liter per uur bij 1,5 ato. De waterverdeling is zeer groot, doch het nadruppen is niet volledig te vermijden.

De doppen in Nederland ontworpen hebben meestal een laag debiet en een kleine druppelgrootte, omdat de Nederlandse onderzoekers meestal het verhogen van de luchtvochtigheid trachten te laten gepaard gaan met waternevel. Zij werken steeds onder glas, dat veelal nog extra afgedicht is met aaneengesoldeerd plasticfolie, ten einde de luchtvochtigheid zo goed mogelijk te behouden (VAN DOESBURG & RAVENSBERG, 1960). De I.V.T. dop met boring van 0,4 mm en debiet van 15 l/h bij 1,5 ato was de eerste bruikbare dop van Nederlandse oorsprong. Een heel wat verbeterde uitgave daarvan is de I.T.T. dop.

In Duitsland worden vooral verschillende typen van de "Tegtmeier" doppen vervaardigd.

Een sproeidop met uitstekende kwaliteiten is de "Glentco" ketsdop van Deense oorsprong. Het waterverbruik is te vergelijken met de "Florida" dop, waarvan het als een verbeterd type kan aangezien worden. Meestal gebruikt men een boring van 1 mm.

3.2.2.5. "Kulimat".

Een bijzondere opstelling der waterverdelingsapparaten is waternevel door middel van het "kulimat"-toestel. Alhoewel dit zich nog in het proefstadium bevindt, verdient het toch onze belangstelling, wegens een paar belangrijke voordelen.

"Kulimat" is een toestel dat zich automatisch doorheen een serre beweegt en er allerlei behandelingen, onder meer waterverneveling, kan uitvoeren. Een flexibele waterleiding is daarbij nodig om de toevoer van water te verzekeren.

Het voornaamste voordeel van deze opstelling is de besparing van sproeidoppen; een paar doppen per kweekserre volstaan. Men kan ook continu sproeien, zonder dat de planten continu waternevel krijgen. Het regelapparaat moet dan de rijsnelheid van de "kulimat" regelen (KURZ, 1961).

3.2.3. Regelapparaten.

Automatische waternevel veronderstelt een regelapparaat. In de mate dat het regelapparaat rechtstreeks rekening houdt met de waterfilm op het blad, is de waternevel min of meer automatisch geregeld. Ieder regelapparaat zorgt voor een elektrisch contact, dat een bepaalde tijd duurt, waardoor de elektro-magnetische kraan zo lang opengehouden wordt. Aldus is de sproeiduur bepaald. Tussen de twee opeenvolgende besproeiingen verloopt een zekere tijdsduur, dit is de tussentijd.

Veelal is de impuls die het contact moet bevelen zeer zwak zodat deze versterkt moet worden. In dit geval bevat het regelapparaat een versterker.

Het hoofddoel van deze regelapparaten is de hoeveelheid te versproeien water te beperken, door enkel waternevel in werking te stellen als de bladeren der stekken bijna opgedroogd zijn. Deze waterbesparing is niet rechtstreeks nodig voor het bovengrondse gedeelte van de stek, want daar vloeit het te veel aan water toch weg.

Geen enkel regelapparaat is ideaal en de graad van waterbesparing hangt veel af van de manier waarop het apparaat wordt afgeregeld. Veel hangt dus af van de persoon, de kweker, die ermee werkt.

Bij het hiernavolgend overzicht van de verschillende soorten regelapparaten, wordt niet zozeer de technische uitvoering ervan besproken. Wij stellen ons eerder op het standpunt van de kweker en beschrijven de werking van de apparaten en hun geschiktheid, om zo goed mogelijk de waternevel te regelen.

3.2.3.1. Tijdschakelaar.

Toen LANGHANS (1954) de methode van stekken onder waternevel, geschikt om in de praktijk aangewend te worden, bekend maakte nadat deze aan de "Cornell University" was uitgewerkt, betrof het een eerste type van regelapparaat, bestaande uit twee tijdschakelaars, om een intermitterende werking van de waternevel te bekomen.

Moderne tijdschakelaars zijn zeer eenvoudig te regelen, zodat zij gemakkelijk door bijregelen aan de weersomstandigheden kunnen aangepast worden.

Volgens BUYS (1963) wordt dit soort regelapparaat wegens zijn bedrijfszekerheid in de U.S.A. op grote bedrijven nog gebruikt.

Er bestaan verschillende uitvoeringen van tijdschakelaars: mechanische en elektronische. Mechanische tijdschakelaars kunnen een draaiende wijzer, schijf of cylinder bevatten, of bestaan uit een impulsenteller.

Als elektronische uitvoering kent men, naast de elektronische impulsenteller (zie o.a. WILLE, 1962), ook het ontladen van condensatoren.

3.2.3.2. Fotocel.

De regelapparaten voor waternevel, die met een fotocel uitgerust zijn, gelijken meestal op een tijdschakelaar. Het enige verschil is dat de bewegingssnelheid niet constant is, doch afhankelijk gemaakt van de lichtintensiteit. Zo kent men ook mechanische en elektronische uitvoeringen.

Het regelen van waternevel door middel van een fotocel is enkel toe te passen onder glas en beter 's zomers dan 's winters.

Het afregelen van een regelapparaat met fotocel kan op drie manieren gebeuren :

- 1) door bij de fotocel een diafragma in te stellen;
- 2) door de sproeiduur te doen variëren;
- 3) indien er met een impulsenteller gewerkt wordt, door deze op een groter of kleiner aantal impulsen in te stellen.

De plaats waar de fotocel opgesteld wordt is met veel zorg te kiezen. Om beschadiging te vermijden plaatst men ze buiten het bereik van de waternevel. Anderzijds moet de bij de fotocel heersende lichtintensiteit representatief zijn voor gans het stekbed.

3.2.3.3. Thermostaat.

De regeling van waternevel met thermostaat alleen, wordt nooit toegepast en zou geen goed resultaat opleveren. De thermostaat wordt steeds gecombineerd gebruikt, meestal met een tijdschakelaar die voor een minimale waternevelfrekwentie zorgt. De thermostaat is een maximum-thermostaat. Gewoonlijk wordt hij afgesteld op een maximumtemperatuur van rond de 25° C. FLOOR (1961) beweert dat de combinatie tijdschakelaar en bladthermostaat, alhoewel eenvoudig van constructie, toch het best geschikt is om waternevel te regelen. Sedertdien is deze combinatie voorbijgestreefd dank zij de verbeterde uitvoering van het zogenaamd elektronisch blad.

3.2.3.4. Gevoelige balans.

Het eenvoudigste apparaat, dat direct de waterfilm controleert en dus automatisch werkt, is de gevoelige balans. Het gewicht van de waterfilm op een groot kunstblad onderbreekt de waternevel, totdat door verdamping deze waterfilm terug lichter weegt dan een tegengewicht. De schakeling gebeurt door middel van een kwikschakelaar, zodat de elektro-magnetische waterkraan direct werkt, zonder tussenschakelen van versterker of magneetrelais.

De gevoelige balans moet opgesteld worden op een plaats die representatief is voor gans het stekbed. De verdamping van op de schaal, die als kunstblad dienst doet, is minder afhankelijk van de bodemverwarming dan de verdamping van de bladeren der stekken. Daarvoor wordt soms een klein verwarmingselementje onder de schaal geplaatst, dat samen met de bodemverwarming werkt (WELCH, 1959).

3.2.3.5. Elektronisch blad.

De naam elektronisch blad bevat een lichte overdrijving, daar dit kunstblad zelf weinig met elektronica te maken heeft, doch alleen dienst doet als veranderlijke elektrische weerstand in het schakelschema van een elektronisch relais. De naam "elektronisch blad" is echter zo algemeen gebruikt, dat wij ons hier ook aan deze benaming zullen houden.

Dergelijk kunstblad werd het eerst door TEMPLETON (1953) gebruikt en nadien door SNYDER & HESS (1955) aan de "Cornell University" getest en verbeterd.

De elektrische weerstand van het elektronisch blad verandert naargelang de graad van bevochtiging. De stroom, die bij een bepaalde, lage spanning door het elektronisch blad stroomt, wordt door een galvanometer gemeten. Daarbij kan men een minimum en een maximum instellen. Bij het verdampen van de waterfilm die op het kunstblad ligt, vermindert er de stroom. Wanneer het minimum bereikt wordt, sluit het elektronisch relais de stroomkring die door de elektro-magnetische kraan loopt. Aldus ontstaat een sproeibeurt. Deze duurt totdat de waterfilm voldoende is en de maximumstroomsterkte bereikt wordt. Dan sluit de waterkraan zich opnieuw.

Hoofdzakelijk bestaat een elektronisch blad uit 2 elektroden, waartussen een isolerende stof. Deze isolerende stof kan nu door-dringbaar of ondoordringbaar zijn voor water.

3.2.3.6. Gecombineerde toestellen.

Naast de combinatie met thermostaat, die reeds besproken werd, zijn in de handel enkele toestellen met gecombineerde werking te vinden. Naast een elektronisch blad wordt een fotocel en/of een tijdschakelaar gebruikt. Deze combinatie heeft een dubbel doel :

- 1) Een nog betere aanpassing van de waternevel aan de wisselende weersomstandigheden kan aldus verzekend worden. Dit komt feitelijk overeen met een grotere waterbesparing, daar men met deze toestellen een kleinere veiligheidsmarge mag nemen; men mag namelijk de waterfilm op de plantenbladeren verder laten opdrogen vooraleer bij normale omstandigheden een nieuwe sproeibeurt gegeven wordt.
- 2) De werkveiligheid wordt hierdoor ook verhoogd. Door het defect raken van één der schakelingen werkt of werken de andere verder, zodat de waternevel verzekerd blijft en de stekken geen te grote schade kunnen ondervinden.

Het nadeel van gecombineerde apparaten is hun verhoogde kostprijs.

3.2.4. Verdere uitrusting van een waternevelinstallatie.

Naast de specifieke waternevelinstallatie moet de kweekruimte en de uitrusting ervan voor deze techniek geschikt zijn en aan enkele bepaalde eisen voldoen.

3.2.4.1. De stekruimte.

Over de mogelijkheid stekken te plaatsen buiten het bereik van het natuurlijk licht, dus in lokalen, die niet met glas bedekt zijn, willen we verder in dit werk enkele beschouwingen maken (zie onder 5.3.). Hier willen wij het hebben over het stekken onder natuurlijk licht, dus in open lucht, onder plat glas of in serres.

Het plaatsen van kruidachtige stekken in open lucht is mogelijk bij gunstige weersomstandigheden. Daarbij is het wenselijk rondom het stekperceel een windschut te voorzien. In open lucht droogt de waterfilm der bladeren rapper op dan onder glas. De waterhoeveelheden, die versproeid worden, zijn dan ook gemiddeld groter dan onder glas. De afwatering van het steksubstraat moet dus goed verzorgd zijn (zie o.a. SCHOENBERG, 1961).

Het stekken onder waternevel onder plastiektunnels biedt voordelen t.o.v. open lucht (FUSZ & STOLLE, 1961) en t.o.v. plat glas.

Onder glas is het niet nodig, voor het stekken onder waternevel, over een speciale kweekserre te beschikken, zoals dit bij de klassieke stekmethode wel het geval is. Met waternevel is hoge luchtvochtigheid niet noodzakelijk en wordt het mogelijk zowel een tablet van een gewone teeltserre, als heel de serre voor het stekken in te richten. Het is echter verkieslijk, daar de sproeidoppen best 1 meter boven het substraat geplaatst worden, dat de waternevelserre aan de zij-kanten van staande glas voorzien is.

Belommering is niet absoluut nodig, alhoewel men tegenwoordig toch aanneemt dat bij hevige zonneschijn een lichte belommering gewenst is. Volgens WELLS (1960) is, tijdens de afhardingsperiode van ingewortelde stekken, belommeren aan te raden en beter dan geleidelijke vermindering van de waternevel.

Uit dit alles volgt dat er bij stekken onder waternevel aan de stekruimte minder eisen gesteld worden. Deze techniek biedt dus meer mogelijkheden, zodat de kosten, verbonden aan de installatie van de waterverdelingsapparaten, enigszins vergoed worden door de eenvoudiger constructie van het steklokaal.

3.2.4.2. Het steksubstraat.

Naast de algemene eisen die aan een steksubstraat worden gesteld, geldt de afwateringsmogelijkheid als bijzonderste eis voor waternevel. Algemeen worden hier ook zand of perliet en turf, meestal in mengsel, maar ook afzonderlijk gebruikt.

Turf met zijn grote water- en luchtcapaciteit, is als steksubstraat onder waternevel niet zo slecht als dit op het eerste gezicht zou schijnen. Natte turf bevat nog voldoende lucht voor een normale wortelgroei. De zure bodemreactie, heel geschikt voor Ericaceae en andere zuurminnende planten, is voor andere planten gemakkelijk te verbeteren door toevoegen van kalk. Dit laatste wordt echter bij stekproeven veelal verwaarloosd en zo komt het dat zuivere turf, behalve voor uitgesproken zuurminnende planten, niet als steksubstraat aangeraden wordt. De doorlaatbaarheid voor water kan verbeterd worden door toevoegen van zand, bij voorkeur van grof zand, of van perliet.

In Engeland raadt men veelal een mengsel aan van grind (met ongeveer 5 mm diameter), turf en zand, in een verhouding van 7/1/2 (zie o.a. BEAN, 1957).

Naast een goede drainage is een geschikte bodemtemperatuur van groot belang om goede resultaten te bekomen bij het stekken onder waternevel.

3.2.4.3. Bodemverwarming.

Water heeft een grote soortelijke warmte en een grote verdampingswarmte. Bij waternevel, waar veel water versproeid wordt en waarbij men ernaar streeft dit water onder de vorm van een dunne film op de bladeren aan te brengen, is de waterverdamping maximaal. Het gevolg is een koelende werking.

Daar nu bij waternevel het overtollige water onvermijdelijk in het steksubstraat terecht komt, wordt dit zowel 's zomers als 's winters te koud voor een optimale beworteling, indien geen speciale bodemverwarming voorzien is. De bodemtemperatuur voor optimale beworteling is volgens verschillende onderzoekers bij waternevel 25,6° C (78° F). De meest economische bodemtemperatuur bij stekken onder waternevel ligt tussen de 22 en 25° C (zie o.a. HENRARD, 1962 a).

Hoewel lagere temperaturen theoretisch slechts tragere beworteling tot gevolg hebben, zijn deze toch te vermijden. Het voordeel van waternevel nl., de snellere beworteling, gaat door een lagere bodemtemperatuur verloren. Het gevaar voor infectie door sommige parasitaire schimmels is in een koud en vochtig substraat tevens groter.

Bodemverwarming is ook tijdens de zomer bijna onmisbaar bij stekken onder waternevel. Over het algemeen moet de capaciteit van deze verwarming hoger genomen worden dan bij andere stekmethoden.

3.3. HOE BEÏNVLOEDT WATERNEVEL DE BEWORTELING VAN STEKKEN ?

Over het algemeen bekomt men onder waternevel betere beworteling dan bij een andere stekmethode. Wij willen nu nagaan hoe dit komt. Indien wij daaromtrent enig inzicht bekomen hebben, kunnen wij zoeken naar verdere verbetering van deze methode. Ook voor de enkele gevallen van minder gunstige resultaten bij waternevel kunnen wij dan een mogelijke oorzaak zoeken, in de hoop deze te kunnen uitschakelen.

3.3.1. Invloed op de vochtigheid.

Het ligt voor de hand eerst de invloed van de waternevel op het vochtgehalte van de stekken na te gaan.

Enerzijds heeft waternevel een sterk remmende werking op de bladtranspiratie van de stek. Het is de afkoelende werking van de verdampende waterfilm, die de temperatuur van het bladweefsel doet dalen, beneden de temperatuur van de stekruimte, zoals bij een psychrometer de temperatuur van de vochtige thermometer daalt beneden deze van de droge thermometer. Tegelijk daalt de temperatuur van enerzijds de

lucht in de intercellulaire ruimten van het bladweefsel en van anderzijds het dun laagje van de lucht dat het nat blad omgeeft, tot dicht bij de temperatuur van de vochtige thermometer. De relatieve vochtigheid van deze lucht streeft naar 100%. Hierdoor wordt praktisch de bladtranspiratie stop gezet.

Anderzijds wordt dank zij osmose water langs de bladeren en de jonge stengels opgenomen. De stek, zelfs vooraleer hij over wortels beschikt, bekommt een stijgend watergehalte (SYKES, 1962). Bij de andere stekmethoden daarentegen daalt het watergehalte van de stek tijdens dezelfde periode.

Daar men nu aanneemt dat een bepaald minimum watergehalte bij stekken noodzakelijk is om te kunnen bewortelen, zullen de meeste stekken wier beworteling eerder lang duurt, ook daarom beter bewortelen onder waternevel.

Omgekeerd betekent een te grote bodemvochtigheid een nadeel bij stekken onder waternevel. Een koude natte bodem is immers een gunstig midden voor wortelinfectie. In extreme gevallen sterven zelfs de wortels af door zuurstofgebrek. Bij het verplanten in een minder vochtig substraat kent de plant bovendien een moeilijke aanpassingsperiode, waarbij soms exemplaren verloren gaan.

Bij winterharde planten, onder waternevel gestekt, treden aanzienlijke verliezen op tijdens de eerste overwintering. Dit schrijft men toe aan een minder goed uitrijpingsproces tijdens en na de beworteling onder waternevel, hetgeen een gevolg zou zijn van de zeer vochtige omstandigheden in het algemeen en vermoedelijk eveneens van het substraat (SYKES, 1962).

3.3.2. Temperatuur.

De lagere temperatuur van het bladweefsel, zoals we dit in 3.3.1. aantoonen, laat zich vooral voelen tijdens perioden van hoge lichtintensiteit. HESS & SNYDER (1955) toonden aan dat stekken onder waternevel zonder belomming een lagere temperatuur hebben dan belommerde stekken onder dubbel glas. Door geleiding volgt de temperatuur van de stengel enigszins de temperatuur van de bladeren. Bij

zonneshijn stijgt deze onder dubbel glas (zelfs met belommering) boven de optimale bewortelingstemperatuur welke voor de meeste planten rond de 25° C ligt (zie figuur 1). Bedoelde onderzoekers onderstreepten het belang van een lagere bladtemperatuur bij waternevel. In dit verband weze herinnerd aan het voorschrift dat bij de praktijkmensen als gulden regel voor het goed inwortelen van stekken geldt : "warme voeten en frisse kop".

Uiteindelijk is de bladtemperatuur de reden, waarom stekken onder dubbel glas, niettegenstaande de hoge relatieve luchtvochtigheid, toch vocht verliezen en niet onbelommerd mogen staan bij zonneshijn. Daarnaast bestaat er een verhouding tussen de lichtintensiteit en de optimale bladtemperatuur (zie o.a. KRAUSE, 1961 en WELLS, 1963).

3.3.3. Fotosynthese.

Daar bij waternevel de lichtintensiteit zoveel hoger mag zijn dan bij stekken onder dubbel glas, is het logisch gevolg daarvan, dat een stek onder waternevel meer aan fotosynthese kan doen dan onder dubbel glas (zie o.a. VAN DER VEEN & MEYER, 1958; NUERNBERGK, 1961). BUYS (1963) echter meent dat, zolang er geen wortels gevormd zijn, de stek aan geen fotosynthese kan doen, omdat de sapstromingen, vooral de dalende, onmogelijk kunnen plaats grijpen. STRYDOM (1962) meent dat bladeren en licht bij kruidachtige stekken er meer nodig zijn voor de synthese van wortelstimulerende stoffen dan voor de fotosynthese. Waarschijnlijk geldt dit laatste vooral zolang de stek nog geen wortels bezit.

De waterfilm bij waternevel kan echter door laterale diffusie de 2 sapstromingen in zekere mate vervangen. De opname van opgeloste stoffen langs het blad wordt algemeen aangenomen. Het water bij waternevel bevat immers steeds een geringe hoeveelheid aan opgeloste voedingszouten; het is namelijk nooit zuiver water dat versproeid wordt. Bovendien wezen TUKEY & MORGAN (1962) op het belang en de omvang van het uitwassen van stoffen, zowel organische als anorganische, door regen en, a fortiori, door waternevel.

Een kruidachtige, onbewortelde stek, die in het licht geplaatst is, zal wel degelijk aan fotosynthese doen, maar in zekere mate

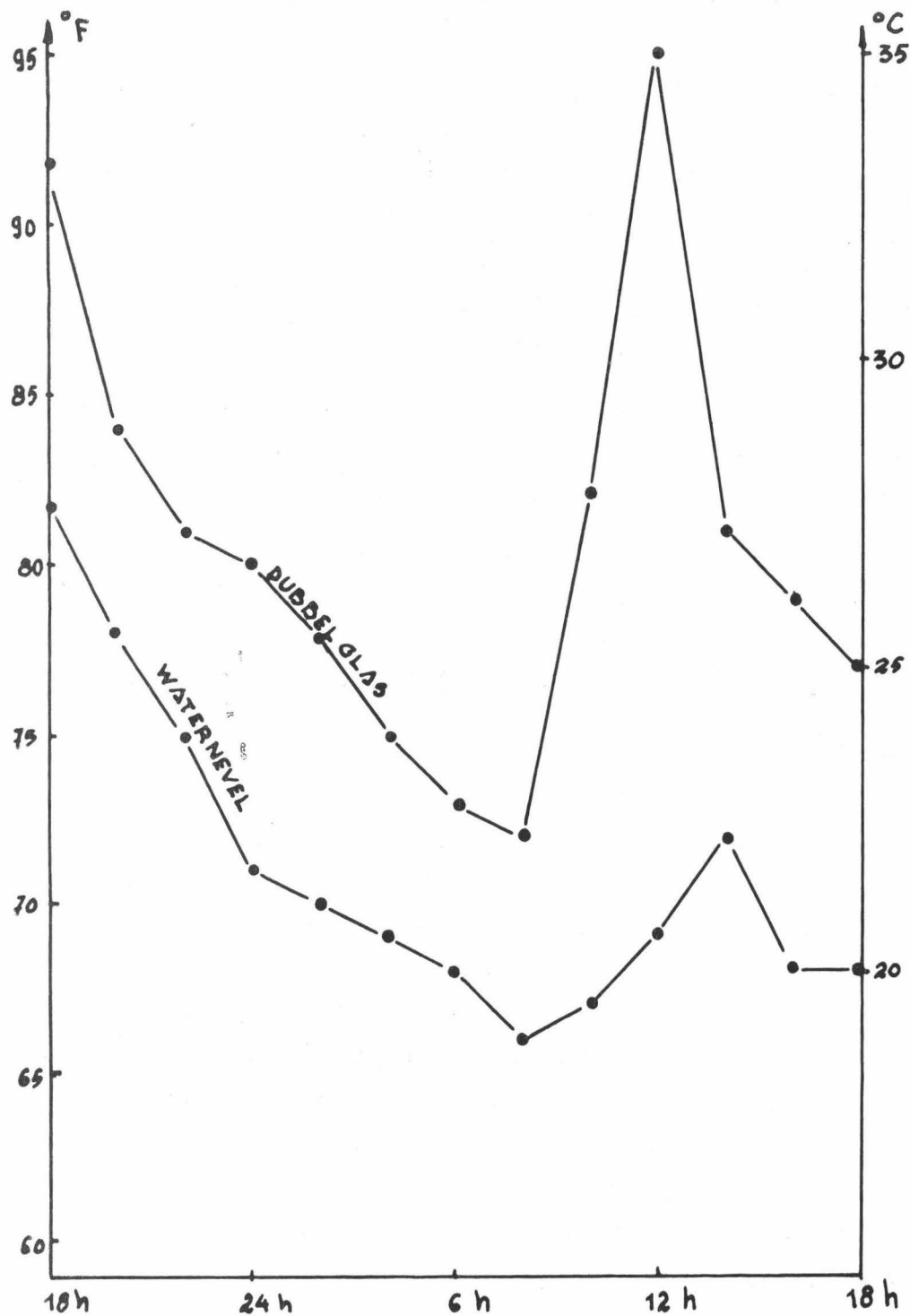


Fig: 1 : TEMPERATUUR V/H BLADWEEFSEL ONDER WATERNEVEL EN ONDER DUBBEL GLAS GEDURENDE EEN PERIODE V. 24 h VOLGENS HESS en SNYDER (1955)

afgeremd worden door de gestoorde sapstromingen. De aanvoer van water en van mineralen en de afvoer van syntheseproducten kan echter wel geschieden door laterale diffusie en uitwisseling met de waterfilm. De herhaalde sproeibeurten zorgen immers voor de regelmatige aanvoer van nieuwe voedingszouten en voor de afvoer door afwassen met overvloedig sproeiwater. Zolang de stek niet beworteld is, speelt de fotosynthese eerder een nevenrol. Bij normale bladfunctie, zal ook de synthese verzekerd blijven van de rhizocaline, het complex van stoffen met invloed op wortelaanleg en -ontwikkeling.

Na de beworteling van de kruidachtige stekken hernemen de normale bladstromingen geleidelijk aan en stijgt het belang van de fotosynthese als bron voor de nodige bouwstoffen.

De hogere lichtintensiteit is gunstig, zowel voor de aanleg als voor de ontwikkeling en de groei der wortels bij kruidachtige stekken. Dit is een belangrijke reden waarom de beworteling bij stekken onder waternevel rapper geschiedt dan bij andere stekmethoden.

3.3.4. Voedselopname.

In voorgaande paragraaf bespraken wij reeds de mogelijkheid van voedselopname uit het sproeiwater, bij stekken onder waternevel. Dat een ionenuitwisseling kan plaats grijpen tussen het celvocht en een waterfilm die zich op het blad bevindt, is bewezen. Trouwens de techniek van de bladbemesting steunt daarop. Men neemt echter aan, dat de hoeveelheid voedende elementen die aldus kunnen opgenomen worden, eerder gering zijn. Daar de levensverrichtingen in een ongewortelde stek ook gering zijn, is het aanneembaar dat deze voedselopname volstaat om het bewortelingsproces gunstig te beïnvloeden. Dit is des te waarschijnlijker daar bij andere stekmethoden, vooraleer wortels gevormd zijn, deze voedselopname praktisch onbestaand is en dat de wortelaanleg dan moet geschieden ten koste van de reserves die bij kruidachtige stekken uiteraard zeer miniem zijn.

Ook de opname van voedingszouten kan er dus toe bijdragen, dat stekken onder waternevel beter bewortelen dan bij een andere stekmethode.

3.3.5. Uitwassen van stoffen.

Door laterale diffusie komen verschillende stoffen terecht in de waterfilm die het blad bedekt bij waternevel. Door het afspoelen en wegdruipe van het overtollige water bij iedere sproeibeurt kan het diffusieproces telkens opnieuw beginnen. Aldus gaan heel wat stoffen voor de plant verloren. Dit uitwassen van stoffen (leaching) werd door TUKEY & MORGAN (1962) onderzocht en de lijst van stoffen die aldus kunnen uitgewassen worden is in tabel 1 te vinden. Hoe intenser men overtollig water sproeit, des te groter wordt dit uitwassingsproces. Daar men meent dat dit nadelig op de stek inwerkt, is een automatische regeling van de waternevel, die waterbesparend werkt, onder meer hierdoor reeds te rechtvaardigen.

Tabel 1. : Stoffen die uitgewassen kunnen worden uit bladeren van ----- planten. (Volgens TUKEY & MORGAN, 1962).

Anorganische	Organische		
	Koolhydraten	Aminozuren	Organische zuren
calcium	fructose	alanine	ascorbinezuur
chloor	galactosen	arginine	zure glycosiden
ijzer	glucose	asparagine	citroenzuur
magnesium	lactose	asparaginezuur	fumaarzuur
mangaan	pectinen	cysteïne	glycolzuur
stikstof *	raffinose	glutamine	melkzuur
fosfoor	sucrose	glutaminezuur	maleïnezuur
kalium	suiker- alcoholen	glycine	appelzuur
silicium- verbindingen		histidine	malonzuur
natrium		leucine	barnsteenzuur
strontium		lysine	
zwavel		methionine	
zink		proline	
		serine	
		tyrosine	
		valine	

* Ook organische N-verbindingen

Als hypothese nemen wij aan dat dit uitwassen i.v.m. de fotosynthese ook voordelig kan zijn. Hierop wezen wij reeds onder 3.3.3. De fysiologie van het blad is echter nog onvoldoende gekend om de juiste toedracht hiervan te kunnen uitmaken.

In hoever het uitwassen van een belangrijke hoeveelheid van verschillende stoffen bij stekken onder waternevel voor het inwortelen van kruidachtige stekken voordelig of nadelig is, kunnen wij nog niet ten volle uitmaken. Waarschijnlijk bestaan hieromtrent belangrijke verschillen tussen de plantesoorten en cultuurvariëteiten.

3.3.6. Rhizocaline.

Daar de juiste toedracht van het complex wortel-stimulerende en wortel-remmende stoffen nog niet bekend is, kunnen we moeilijk de specifieke gedragingen van deze stoffen in stekken onder waternevel bespreken. Waarschijnlijk zijn deze stoffen actiever in hun werking, daar de stekken onder waternevel zich in gunstiger omstandigheden bevinden wat temperatuur, turgescentie en lichtintensiteit betreft.

Bij traagwortelende soorten veronderstelt men dat de stek een langere tijd nodig heeft om de nodige wortel-stimulerende stoffen te synthetiseren. Daar het nu mogelijk is ongewortelde stekken onder waternevel langere tijd in goede conditie te houden, is het behandelen der stekken met hormonen, om een snellere beworteling te bekomen, niet zo noodzakelijk.

Daar onder waternevel meestal jongere en wekere plantedelen als stek gebruikt worden, zal zeker de dosis of concentratie bij de hormonenbehandeling aangepast moeten zijn.

Uit de verschillende proeven die hieromtrent verricht zijn blijkt duidelijk dat hormonenbehandeling bij stekken onder waternevel niet zoveel voordelen biedt als bij andere stekmethoden (zie o.a. ROWE-DUTON, 1959).

3.3.7. Desinfecterende werking.

Een permanent nat blad, zoals men dit bij waternevel bekomt, lijkt op het eerste gezicht een uitstekend milieu voor infectie door parasitaire micro-organismen. Het is niet gebruikelijk het water, dat

voor waternevel moet dienen, te ontsmetten. Dit water is zeker niet smetloos, want meestal wordt hiervoor regenwater gebruikt.

Het is echter opvallend, dat onder waternevel bladinfectie als het ware uitgesloten is. Waternevel bezit dus duidelijk een desinfecterende werking. Deze schrijft men toe aan het herhaaldelijk sproeien. Aanvankelijk dacht men dat de sporen van ziektekiemen van de bladeren letterlijk werden afgewassen met het afvloeien van het overvloedige water. Dit blijkt echter eerder onwaarschijnlijk, daar een plantebblad geen effen oppervlak is maar veel oneffenheden vertoont, onder andere holten met afmetingen veel maal groter dan de schimmelsporen. Het afspoelen der bladeren bij waternevel kan onmogelijk alle parasitaire schimmelsporen en andere ziektekiemen van het bladoppervlak doen verdwijnen. De desinfecterende werking moet dus gezocht worden in het verhinderen van het kiemen of van het binnendringen in het bladweefsel.

Men kan hiervoor twee hypothesen aannemen :

- 1) Ofwel kunnen de schimmelsporen niet kiemen, daar het vocht waarin zij zweven, de waterfilm, nooit de gewenste concentratie bereikt aan opgeloste stoffen (organische en anorganische), noodzakelijk voor hun kieming. Waarschijnlijk eist het kiemen van een schimmelspoor een welbepaalde soort oplossing, specifiek voor iedere schimmelspecies. Zonder waternevel bereikt deze oplossing wel de gewenste concentratie, wegens de verdamping van de waterfilm. Bij waternevel echter wordt de gewenste concentratie nooit bereikt, omdat regelmatig vers water de oplossing terug komt verdunnen.
- 2) Een tweede hypothese steunt op de turgescentie der cellen, die bij waternevel perfect is, waardoor het binnendringen van de infecterende kiem niet mogelijk zou zijn.

Zowel om een dezer hypothesen of beide te bewijzen, als om ze te verwerpen en een andere uitleg te vinden voor de desinfecterende werking van waternevel, zou verder fytopathologisch onderzoek in die richting noodzakelijk zijn.

Een proef met fungiciden in het water van de waternevel gaf enkele gunstige resultaten, doch steeds werd een wortel-remmende nevenwerking waargenomen (SKIVER, 1956). Mogelijks zou door verder onderzoek een juister inzicht kunnen bekomen worden.

Zijn desinfecterende werking is ook een van de redenen, waarom waternevel meestal betere resultaten geeft dan andere stekmethoden.

3.4. VERGELIJKING MET ANDERE STEKMETHODEN.

3.4.1. Cultuurtechnisch.

Uit 3.3. blijkt dat door middel van waternevel, de omstandigheden gunstig voor het inwortelen van kruidachtige stekken, beter kunnen bekomen worden dan bij andere stekmethoden. Op enkele uitzonderingen na reageren de stekken ook gunstig op eerstgenoemde werkwijze. Waternevel maakt het zelfs mogelijk meer soorten planten door stekken te vermenigvuldigen.

De voordelen van waternevel ten overstaan van andere stekmethoden zijn voornamelijk : de meer gelijkmatige weefseltemperatuur, gepaard gaande aan een hoger toegelatene lichtintensiteit zonder vochtverlies en de desinfecterende werking van het sproeiwater op het bovengronds stekgedeelte. Eventueel kan ook het ter beschikking stellen van voedende elementen en het afvoeren van overtollige syntheseproducten uit de bladeren voordeel bieden.

Er zijn echter ook nadelen aan deze werkwijze verbonden, voornamelijk het te vochtig maken van het steksubstraat, de moeilijkheden bij het afharden, en eventueel ook het uitwassen van nuttige stoffen.

Daar de voordelen belangrijker zijn dan de nadelen, geeft waternevel bijna steeds betere resultaten dan andere werkwijzen.

De nadelen zijn meer uitgesproken indien er meer water versproeid wordt. Vandaar de verantwoording voor dure regelapparaten, gezien deze waterbesparing tot doel hebben.

Daar de nadelen zeer gering of te verwaarlozen zijn bij snelwortelende stekken, zijn de resultaten van waternevel dan ook uitstekend.

Bij jonge, weke stengelstekken, is de bewortelingstijd normaal korter dan bij harde stekken. TUKEY & MORGAN (1962) menen, daar "leaching" uit jonge bladeren geringer is wegens hun kleinere bladoppervlakte, dat ook dit de reden is waarom men bij waternevel de beste resultaten bekomt met jonge stekken.

Daar de voordelen betreffende temperatuur, vochtigheid en lichtintensiteit meer uitgesproken zijn tijdens de zomer is het voordeel van waternevel ook minder duidelijk tijdens de winter (BLOMME & PIENS, 1964). Bij houtachtige stekken, voornamelijk bladerloze stekken (de zogenaamde winterstekken), is waternevel van weinig betekenis. De bewortelingsperiode duurt vooreerst langer, zodat de nadelen in belang toenemen. De meer toegelaten lichtintensiteit is ook van minder betekenis, vermits wortels kunnen gevormd worden ten koste van reservevoedsel (dat in het hout is opgeslagen) in plaats van uit nieuwgevormde fotosyntheseproducten.

Waternevel is dus vooral aangewezen om jonge, weke, kruidachtige topstekken tijdens de lente en de zomer te bewortelen.

3.4.2. Economisch.

Hierbij willen wij een korte vergelijking maken tussen stekken onder waternevel onder glas enerzijds en stekken onder dubbel glas anderzijds.

a) Vaste kosten en installatiekosten.

De vaste kosten liggen bij waternevel heel wat hoger dan bij dubbel glas.

Voor waternevel : waterleiding met elektro-magnetische waterkraan, filter, regelapparaat dat zeer veel kost, eventueel vergaarbak voor regenwater, hydrofoorgroep, zwaardere bodemverwarming, speciale drainagemaatregelen.

Voor dubbel glas : speciaal gebouwde kweekserre, ramen en glas of plasticfolie.

b) Veranderlijke kosten of werkingskosten.

De veranderlijke kosten vallen echter in het voordeel van waternevel uit.

Voor waternevel : zeer geringe oplettendheid en contrôle, wegens automatische werking.

Voor dubbel glas : meer werk bij het stekken vooral indien de bladeren het dubbel glas moeten raken; veel nazichtwerk: lommeren en wegnemen der belommering, soms meermalen per dag bij veranderlijk weder, verwijderen der rottende bladeren, bevochtigen, keren der ruiten of van de plasticfolie.

c) Resultaten.

Over het algemeen zijn de bekomen resultaten heel wat beter bij waternevel dan bij dubbel glas.

Daar enerzijds de vaste kosten aanzienlijk hoger liggen maar anderzijds de veranderlijke kosten en resultaten in het voordeel van waternevel uitvallen, is die vermenigvuldigingsmethode vooral economisch verantwoord bij grote installaties.

HEILER (1961) meent dat waternevel op kleine bedrijven toch thuis hoort, vooral wegens de arbeidsbesparing en de zekerheid van slagen. Hoe groot precies de minimum-installatie moet zijn hangt af van de geteelde plant of groep planten.

In de toekomst is waternevel waarschijnlijk geroepen om een belangrijke rol te spelen zowel op bedrijven die gespecialiseerd zijn in de vegetatieve vermenigvuldiging van verschillende tuinbouwteelten, als in de vele gevallen waar één bepaalde species geteeld wordt.

Wetenschappelijk onderzoek met het oog deze stekmethode uit te bouwen en eventueel te verbeteren, is economisch meer dan verantwoord.

4. PROBLEEMSTELLING.

=====

Uit wat voorafgaat mogen wij dus besluiten dat waternevel enerzijds een verbetering betekent van de omstandigheden die boven de grond het bewortelen van stekken beïnvloeden, doch deze techniek gaat anderzijds onvermijdelijk gepaard met minder gunstige omstandigheden in het substraat.

Voor de bladeren betekent waternevel een afkoeling, waardoor intens licht kan toegelaten worden zonder gevaar van verwelking of zonder oplopen van de temperatuur tot schadelijk niveau. Daarenboven staat de waterfilm bij ongewortelde stekken tijdelijk in voor functies van de wortel : ter beschikking stellen van water en van voedende elementen.

Het substraat daarentegen heeft aanvankelijk, vóór het inwortelen slechts één functie : de vasthechting van de stekken. Later, bij het begin van de beworteling, moet het substraat langzamerhand water en voedende elementen verschaffen alsook de nodige zuurstof voor de ademhaling der jonge groeiende wortels.

Bij waternevel kan het substraat zeker voldoende als waterleverancier instaan; voedingszouten zullen er ook wel nog voldoende aanwezig zijn niettegenstaande bij sommige substraten heel wat zal uitgespoeld zijn. Lucht, als zuurstofbron zal echter bij waternevel vaak een remmende factor zijn. Daarenboven wordt, om een zelfde bodemtemperatuur te bekomen, bij toepassing van de waternevelmethode een groter aantal calorieën vereist dan bij het stekken onder dubbel glas. Ten slotte, waar waternevel een desinfecterende werking heeft boven de grond, verhoogt deze werkwijze het infectiegevaar langs het substraat.

Wanneer wij nu door onderzoek de stekmethode onder waternevel verder willen verbeteren, moeten wij vooreerst onze aandacht vestigen op het ondergronds stekgedeelte om te trachten aldaar de omstandigheden tijdens het bewortelingsproces te verbeteren.

Welnu, er is een variante van hydrocultuur bekend, waarbij een werkwijze, analoog aan waternevel, op het ondergronds gedeelte van

volwassen plant toegepast wordt. We bedoelen hier de als "nutrient fog" door WENT (1952) beschreven vorm van watercultuur. Hierbij wordt een voedingsoplossing verstoven in een gesloten ruimte, waarin het wortelgestel van planten vrij opgehangen is. De voedingsoplossing bedekt de wortels continu als een vloeistoffilm, stelt aldus water en voedende elementen ter beschikking van de plant en zorgt ook voor zuurstof ten gerieve van de wortelademhaling; door het versproeien is immers de vloeistof goed met lucht verzadigd. De "nutrient fog" kan dus voor dezelfde functies instaan als het substraat, behalve voor de vasthechting van de plant.

Waternevel en "nutrient fog" hebben heel wat met elkaar gemeen : ze bedekken beide een deel van de plant met een vloeistoffilm; deze vloeistof is in feite, ook bij waternevel, een oplossing van voedende elementen. In deze vloeistof wordt door het versproeien in voldoende mate lucht aangebracht.

Wij stellen voor, de gecombineerde werkwijze van waternevel en "nutrient fog", gezien de analogie tussen deze twee werkwijzen, "volledige waternevel" te noemen. Door het adjectief "volledig" willen wij erop wijzen dat hierbij waternevel op de volledige plant wordt toegepast, dus zowel op het bovengrondse als op het ondergrondse gedeelte.

In dit werk willen wij trachten te bewijzen dat deze door ons voorgestelde nieuwe stekmethode, mogelijkheden biedt :

- 1) voor toegepast wetenschappelijk onderzoek omtrent het inwortelen van stekken;
- 2) voor aanwending in de praktijk.

5. PROEVEN MET STEKKEN ONDER VOLLEDIGE WATERNEVEL.

=====

5.1. OPBOUW VAN DE PROEFINSTALLATIE MET VOLLEDIGE WATERNEVEL.

In de loop van het jaar 1961 werden door ons in een kweekserre enkele stekproeven aangelegd onder waternevel met cultuurvariëteiten van Rhododendron simsii PLANCH., of Azalea indica, de specialiteits-teelt der Gentse bloemisten (WILLE, 1962).

Eenerzijds is waternevel vooral een arbeidssparende techniek en anderzijds evolueert de huidige economische structuur der Gentse bloemisterijen derwijze dat er ernstig aan arbeidsbesparing moet gedacht worden. Onder meer om deze reden besloten wij het onderzoek omtrent waternevel verder te zetten. De resultaten van enkele oriënterende proeven onder glas, dus onder natuurlijk licht, waren weinig overtuigend en bij herhaling gaven zij zelfs uiteenlopende uitslagen. Opvallend was het groot, doch sterk schommelend procent gerotte stekken.

Waarschijnlijk waren de wisselende lichtomstandigheden en de bodeminfectie de storende factoren.

5.1.1. Waternevel onder kunstlicht.

Er werd besloten de proefnemingen verder te zetten onder kunstlicht.

Gegevens omtrent de bouw van proefruimten voor het stekken onder kunstlicht vonden we o.a. bij STOUTEMEYER, CLOSE & O'ROURKE (1945); KRANZ & KRANZ (1957); VAN DER VEEN & MEIJER (1958); HEMERIK (zonder jaartal).

Wij bouwden een stel van 4 kasten, 90 cm lang, 80 cm breed en 150 cm hoog. Onderaan bevond zich een zinken bak, waarin het sproeiwater werd opgevangen. Boven de waterspiegel kwam een uit eterniet vervaardigde substraatbak van 60 x 60 cm breed en 15 cm hoog. Daarin werd het steksubstraat aangebracht boven een drainagelaag uit grove grind, waarin een dradennet (voor elektrische bodemverwarming op laagspanning) was geplaatst. De bodem van de eternietbak werd met talrijke gaten doorboord ten einde de waterafvoer te vergemakkelijken.

70 cm boven het steksubstraat, in het midden van de kast, werd een sproeidop aangebracht van het I.T.T.-type (dus een ketsdop met gering debiet). Deze laatste werd aangesloten op het waterbedelingsnet. Voor ieder der 4 kasten werd een elektro-magnetische waterkraan aangebracht.

Bovenaan in de kast werden buislampen geplaatst van het type "day-light" van 20 Watt met een lengte van 60 cm. In twee kasten was het mogelijk 0 tot 10 lampen te plaatsen en in de andere twee kasten 0 tot 17. Daar de oppervlakte ongeveer een halve vierkante meter per kast bedroeg, betekende dit dat men tot 680 Watt/m² in 2 kasten en tot 400 Watt/m² in de andere 2 kasten aan kunstlicht kon voorzien.

De fotoperiode, de sproeiduur en de tussentijd werden door 2 uurwerkschakelaars geregeld, elk met 4 afzonderlijke programma's van 24 uur. De timer voor het licht (zie foto 1), was voor ieder der 4 programma's maximaal om het half uur in te stellen en wel zo, dat een verlichtingsperiode of een duisternisperiode een half uur of een veelvoud ervan duurde, met een maximum van 24 uur. De timer voor de waternevel (zie foto 2), was voor ieder programma maximaal om het kwartier afstelbaar. Aldus kon aan verschillend ritme in de verschillende kasten gesproeid worden en kon dit ritme aangepast worden aan de verlichting en de bodemtemperatuur. Bovendien was de sproeiduur, in iedere kast afzonderlijk op drie verschillende standen te regelen: 1, 3 of 15 seconden.

De bodemtemperatuur werd in iedere kast afzonderlijk door middel van een thermostaat geregeld. Het stel van 4 kasten werd in een kelderruimte geplaatst (zie figuur 2 en 3) om bij gelijkmatige temperatuur te kunnen werken.

De oriënterende proeven leerden ons enerzijds dat er zeer veel moest gesproeid worden, vooral als de lichtintensiteit niet laag was, zoniet liep de temperatuur tijdens de verlichtingsperiode te hoog op en verwelkten de stekken snel. Anderzijds vertoonden de basissen der stekken (Salvia splendens SELLO. 'Sint Jansvuur' en Coleus Blumei-hybriden) een groot procent rotting, klaarblijkelijk veroorzaakt door het vele sproeien en door een al te vochtig steksubstraat. De beworteling zelf was bovendien onbeduidend.

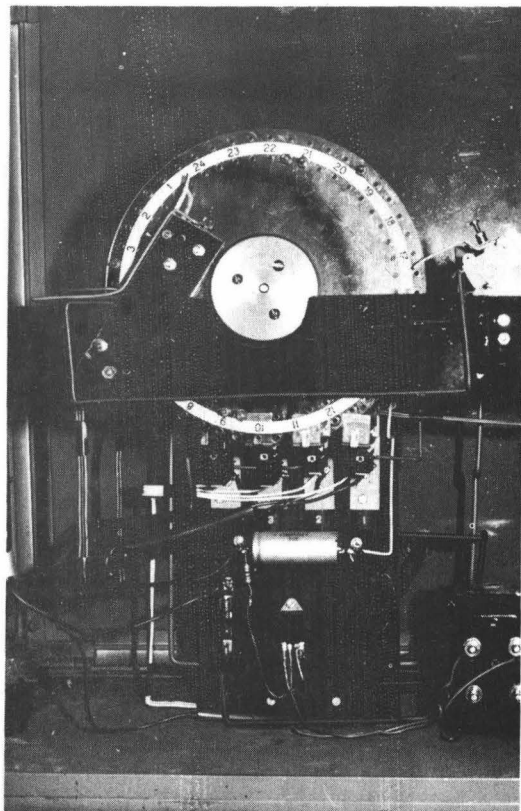


Foto 1
Uurwerkschakelaar met 4 programma's voor het schakelen van het kunstlicht in de 4 proefkasten. Plaat maakt 1 omw./dag.

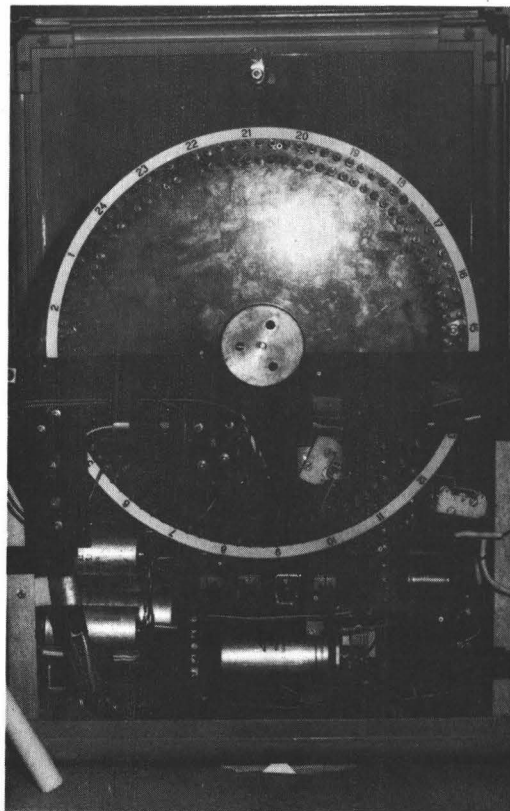


Foto 2
Uurwerkschakelaar met 4 programma's voor het schakelen van waternevel in de 4 proefkasten. 1 omw./dag.

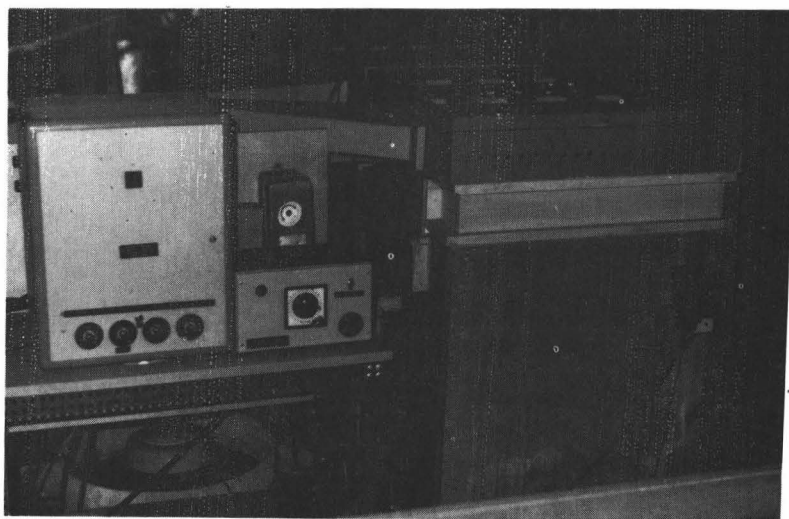
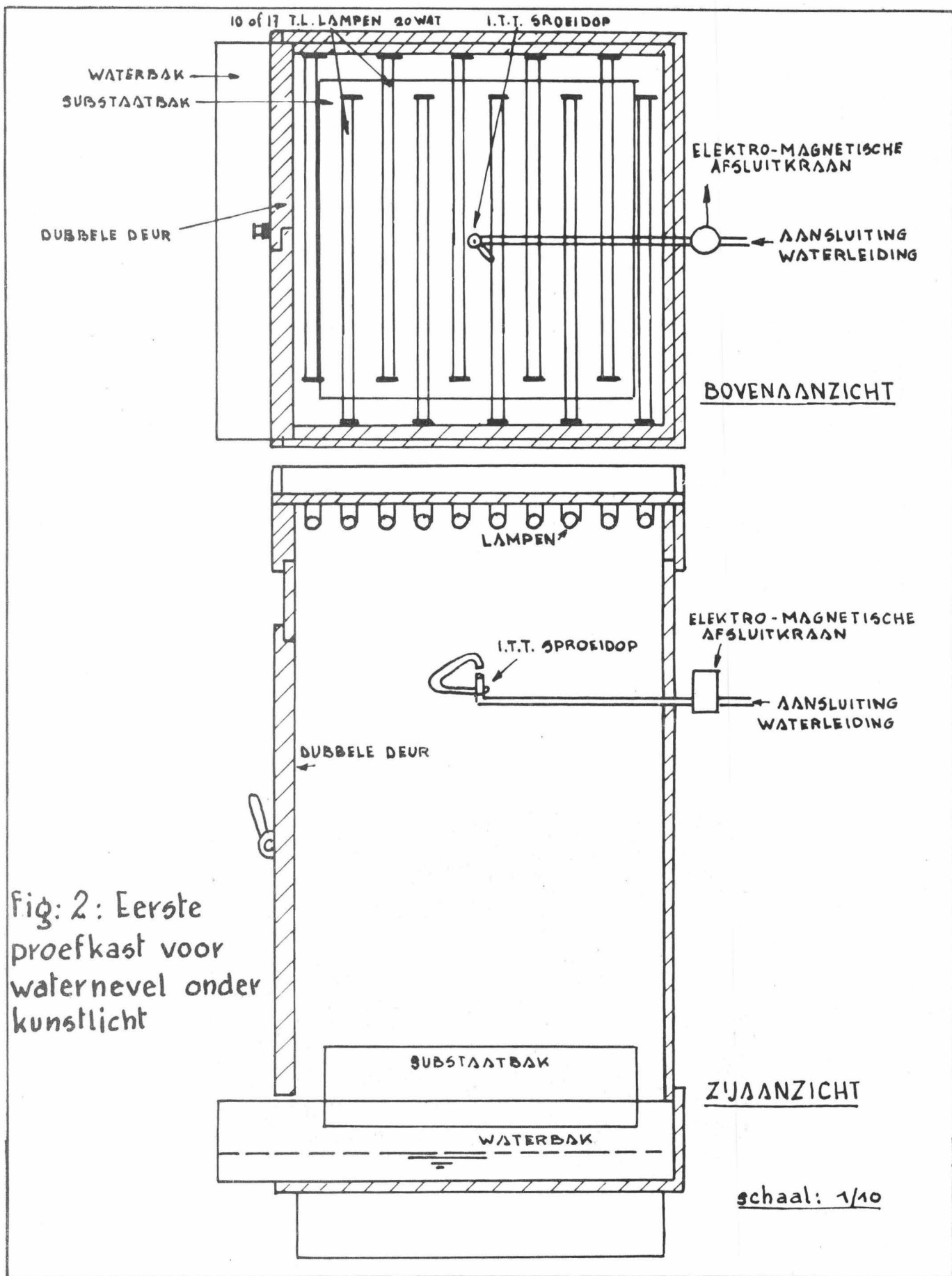


Foto 3
Stel proefkasten voor waternevel onder kunstlicht (eigen ontwerp).



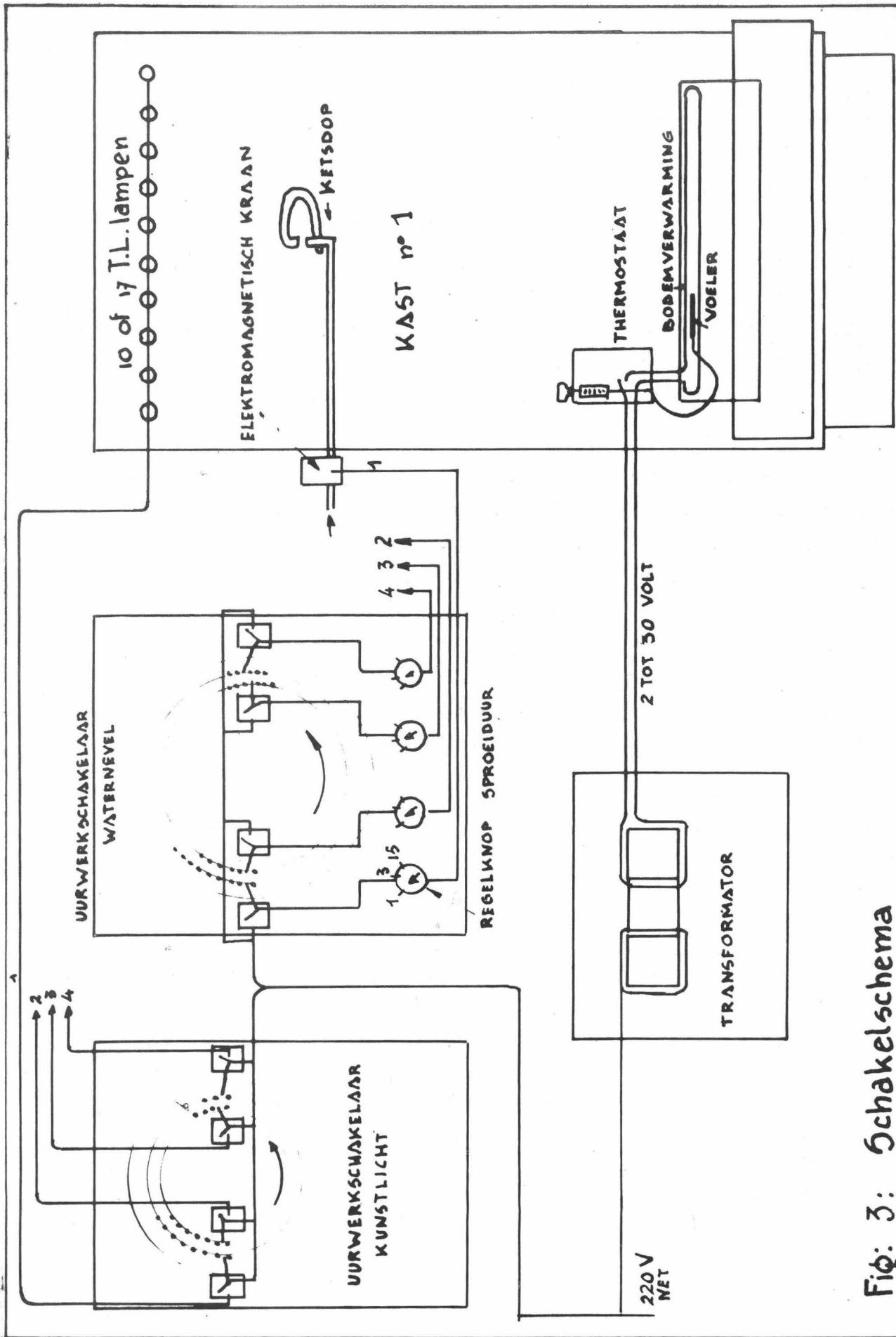


Fig. 3: Schakelschema

In de hoop dat afkoeling van de stekruimte tijdens de verlichtingsperiode hier een oplossing kon brengen, werd een dubbele koelinrichting voorzien.

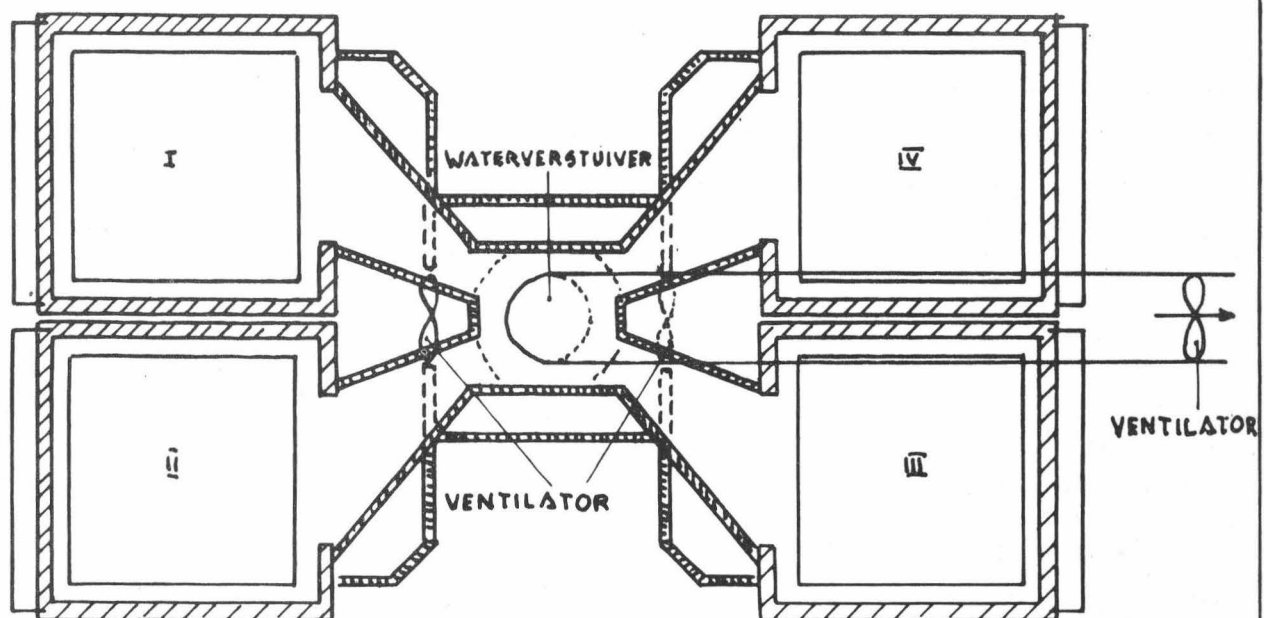
Vooreerst werd een ventilator aangebracht, die, zolang de lampen brandden, de warme lucht uit de lampenruimte afzoog. Aangezien de lucht uit de kelderruimte gelijkmatig rond de 20° C werd gehouden en daar deze lucht aangezogen werd als koellucht, bekwaam men een min of meer gelijkmatige temperatuur in de lampenruimte, onafhankelijk van het aantal brandende lampen. Hierdoor was de opwarming wegens geleiding in de stekruimte praktisch uitgeschakeld.

Om ook de stralingswarmte uit de stekruimte af te voeren en er tevens een zekere luchtvochtigheid te voorzien, werd door middel van een kleine ventilator frisse, door de waterverstuiver bevochtigde lucht, in de stekruimte gebracht, telkens de temperatuur er boven een in te stellen maximum steeg. Dit laatste koelsysteem werkte met 1 thermostaat per 2 proefkasten, dus in 2 afzonderlijke kringen. Daarbij kon door middel van schuiven de onderlinge verhouding aan frisse lucht bij de 2 kasten van dezelfde kring geregeld worden (Zie figuur 4).

De proeven bij deze opstelling gaven niet veel betere resultaten dan zonder afkoeling. Vooral het groot en sterk uiteenlopend procent verrotting aan de basis der stekken, zelfs bij minimale besproeiing, was de reden waarom de proefuitslagen niet toelieten een besluit te trekken.

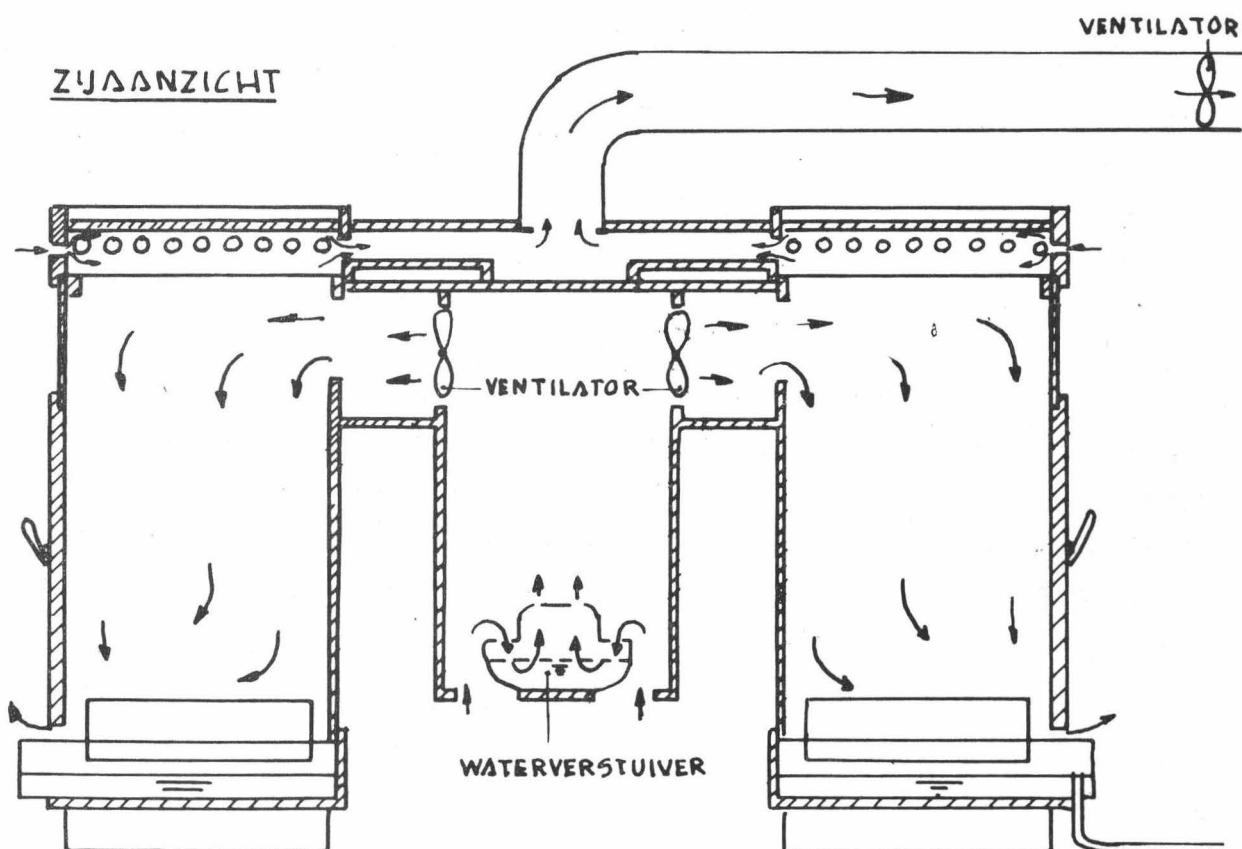
De eerst beschreven koelinrichting was zeer efficiënt. De temperatuurverschillen tussen de periodes van licht en duisternis waren gering en ten hoogste 3° C bij het gebruik van 10 T.L. lampen per proefkast. Inderdaad een iets hogere temperatuur bij licht mag men als normaal en natuurlijk beschouwen.

Het gebruik van de laatst beschreven koelinrichting bracht moeilijkheden mee, vooral in verband met de ongelijkmatige verdeling van de temperatuur. Daarom werd beslist deze koelinrichting niet verder te gebruiken.



BOVENAANZICHT

schaal: 1/20



ZIJDEAANZICHT

Fig: 4: Dubbele Koelinrichting

Verdere proeven met verschillende substraten, van zuivere turf tot zuivere perliet, gaven een zekere verbetering, vooral minder verrotting, naarmate meer perliet gebruikt werd. De uitslagen bij herhalingen waren echter niet steeds bevestigend en een aanzienlijk, erg schommelend procent verrottingen bleven wij verkrijgen, zelfs bij zuivere perliet.

Indien wij deze proefnemingen wilden voortzetten, moest er iets op gevonden worden om bodeminfecties te vermijden, ofwel door minder water in het substraat te laten terechtkomen, ofwel door het substraat eenvoudig van kant te laten.

Een proef met afdekking van het substraat met doorboorde plasticfolie (om de stekken erdoor te plaatsen), gaf 100% verrotting.

Bij een volgende poging, namelijk zonder substraat, hadden wij meer succes.

5.1.2. Het verwezenlijken van volledige waternevel.

Voor het stekken zonder substraat werd een plasticfolie met een helling van 30° gespannen op een kegelvormig geraamte van gegalvaniseerd metaal. Deze plasticfolie was doorboord om de stekken erdoor te kunnen plaatsen. De stekbasissen werden bevochtigd door middel van een I.T.T. ketsdop, die onder de top van het kegelvormig geraamte geplaatst was. De basis van de kegel had een doormeter van 60 cm en was geplaatst op de rand van een cylindervormige waterbak, eveneens uit gegalvaniseerd metaal vervaardigd. Het onderste sproeiwater werd daarin verzameld. Een afloop zijdelings op 5 cm van de bodem zorgde voor een constant waterpeil. Het overtollig water vloeiده verder naar een andere vergaarbak. Van daaruit werd het terug opgepompt en in een kleine hydrofoorgroep onder druk gebracht, om opnieuw versproeid te worden. Het water stroomde dus in een gesloten kring.

Voor de 4 kasten waren 2 hydrofoorgroepen voorzien. Er bestonden dus 2 afzonderlijk gehouden stroomkringen, elk voor 2 kasten, ten minste wat het sproeiwater betrof, dat op de basis der stekken versproeid werd.

Het sproeiwater, dat als waternevel op de bladeren der stekken aangebracht werd, was nog steeds leidingswater. Het versproeien gebeurde zoals hoger beschreven (zie 5.1.1.).

De proefinstallatie kwam klaar tegen einde augustus 1964 (Zie figuur 5 en foto 3 en 4). De gebruikte werkwijze noemden wij: Stekken onder volledige waternevel.

5.1.3. Eerste resultaten met stekken onder volledige waternevel.

Bij de eerste 4 proeven die volgens de techniek van volledige waternevel werden aangelegd, werd telkens 100% beworteling bekomen (zie foto 5). Verrotting trad geen enkele maal op, ondanks het feit dat veel, in feite te veel, water gespreeid werd. Deze proeven worden verder onder 5.1.4. beschreven.

De eerste resultaten met volledige waternevel bevestigden ons vermoeden dat waternevel, toegepast op het basisgedeelte van de stek, er ook een desinfecterende werking zou hebben, zoals dit bij gewone waternevel, voor het bovengronds gedeelte blijkt te zijn. Verder vroegen wij ons af of deze wortels een normale structuur hadden en of zij zich achteraf, bij het overbrengen naar een normaal substraat, voldoende vlug konden aanpassen aan de nieuwe omstandigheden. Hieromtrent verrichtten wij geen eigenlijk wetenschappelijk onderzoek. Toch heeft de ondervinding ons geleerd dat de verschillende planten, die wij onder volledige waternevel tot beworteling hebben gebracht, geen erg nadelige invloed ondervonden van de overplanting, op voorwaarde dat ze voorzichtig en in een zeer los substraat geplaatst worden. Bij het hard oppotten echter van dergelijke planten worden tamelijk veel wortels door mechanische kneuzing beschadigd.

De onder volledige waternevel gevormde wortels blijken zich, na het overplanten in een substraat, gemakkelijker te kunnen aanpassen, dan wortels van stekken die zich in staande water hebben gevormd. ZIMMERMAN (1930) en HARTMANN & KESTER (1961) wezen op het belang van het zuurstofgehalte in het water, waarin stekken geplaatst worden om er te bewortelen. Bij volledige waternevel blijven de stekbasissen, en later de jonge wortels, bedekt met een waterfilm van

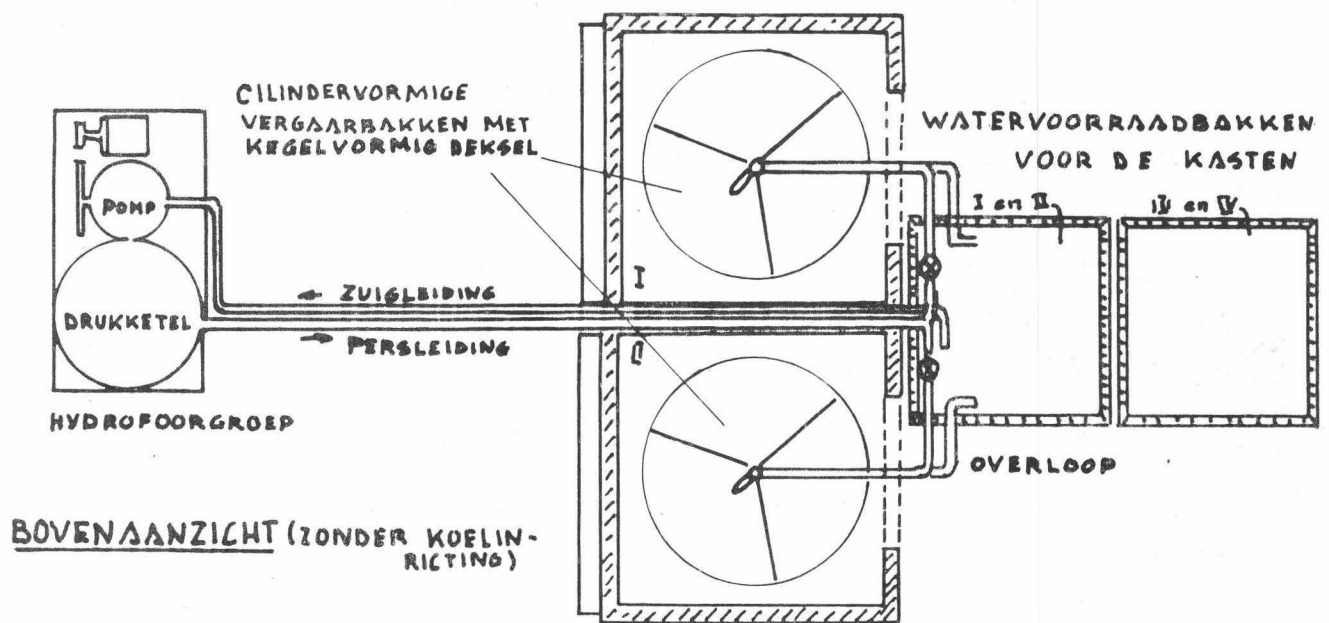
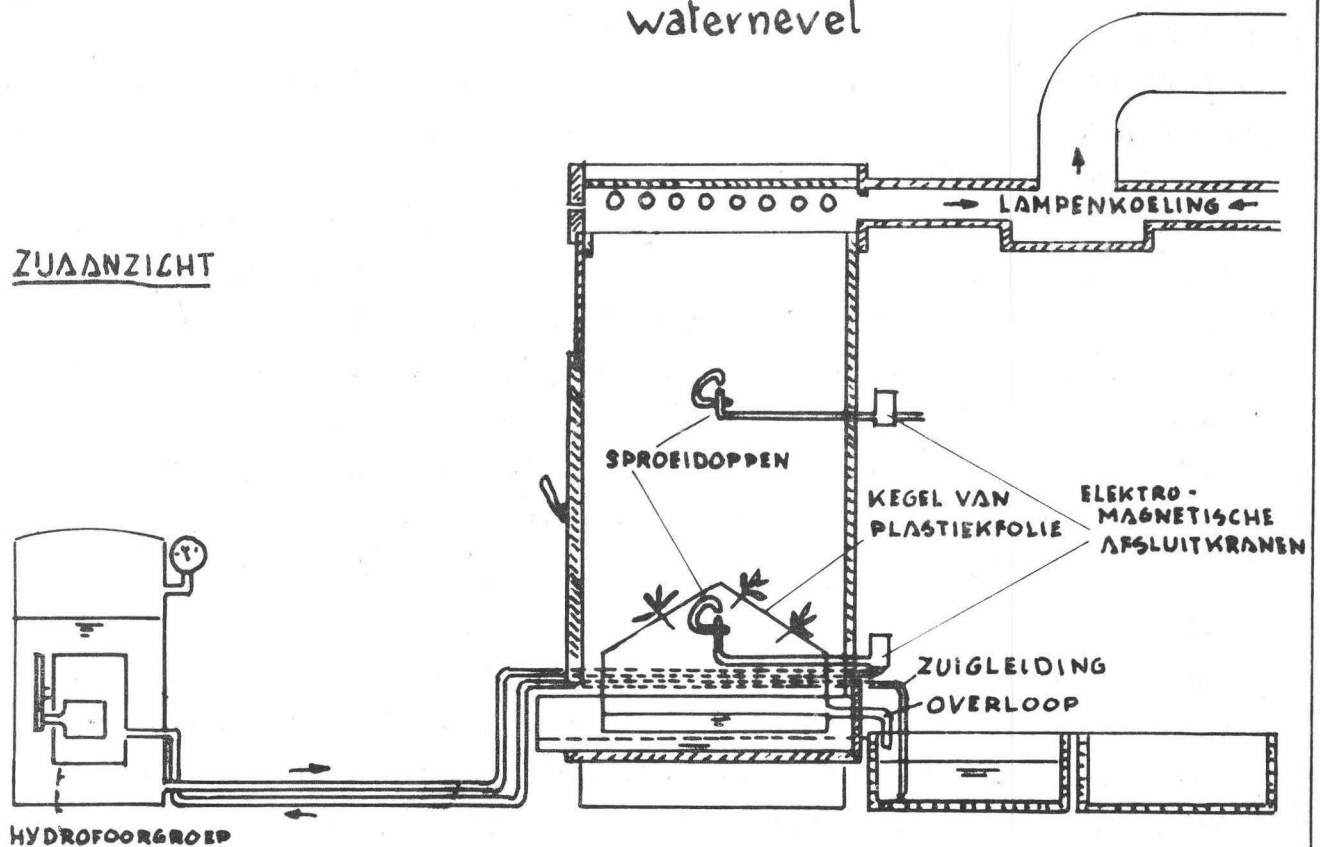


Fig: 5 : Eerste proefkasten omgebouwd voor volledige waternevel

ZIJDEAANZICHT



schaal : 1/20

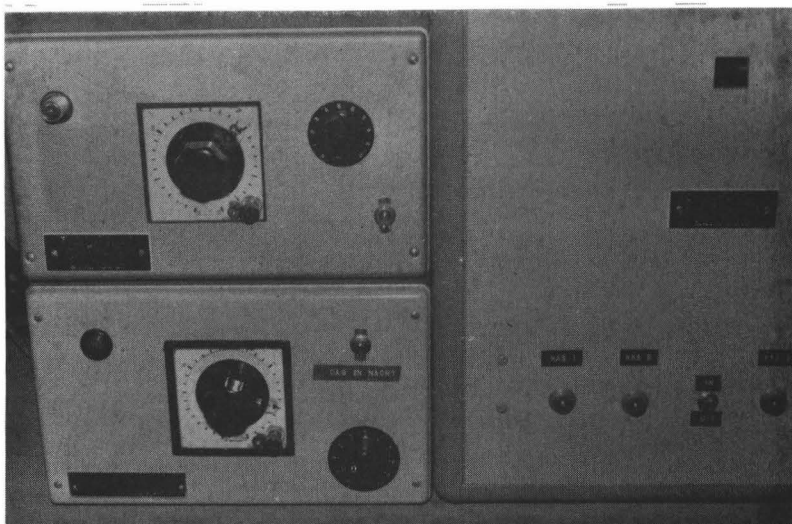


Foto 4

Regelapparatuur voor eerste proeven met stekken onder volledige waternevel : links 2 timers voor de waternevel, onder en boven; rechts tijdschakelaar voor het kunstlicht.



Foto 5

100% beworteling bij de stekproeven onder volledige waternevel in het eerste stel proefkasten met Coleus Blumei-hybriden.

minder dan 1 mm dik. Dit waterlaagje bevat zeker voldoende zuurstof. Meer nog, dit water is door middel van een ketsdop versproeid geworden en daardoor zeer goed met lucht vermengd. Dit is heel waarschijnlijk de reden waarom de wortels bij volledige waternevel een meer normale structuur hebben en bij overplanten beter hernemen dan wortels die zich in staande water gevormd hebben.

Uit de eerste proeven met volledige waternevel bleek dat deze techniek veel mogelijkheden bood tot nauwkeuriger wetenschappelijk onderzoek betreffende het bewortelen van stekken, dit wegens het uitblijven van de storende factor, verrotting.

Het meten van de beworteling bij volledige waternevel, kan verschillende malen gebeuren op dezelfde stekken, omdat, wegens de afwezigheid van een substraat, de wortels hiervan geen hinder onder vinden, zelfs niet bij een nauwkeurige meting. Ook dit is een grondige reden waarom volledige waternevel voor wetenschappelijk onderzoek ons heel geschikt lijkt.

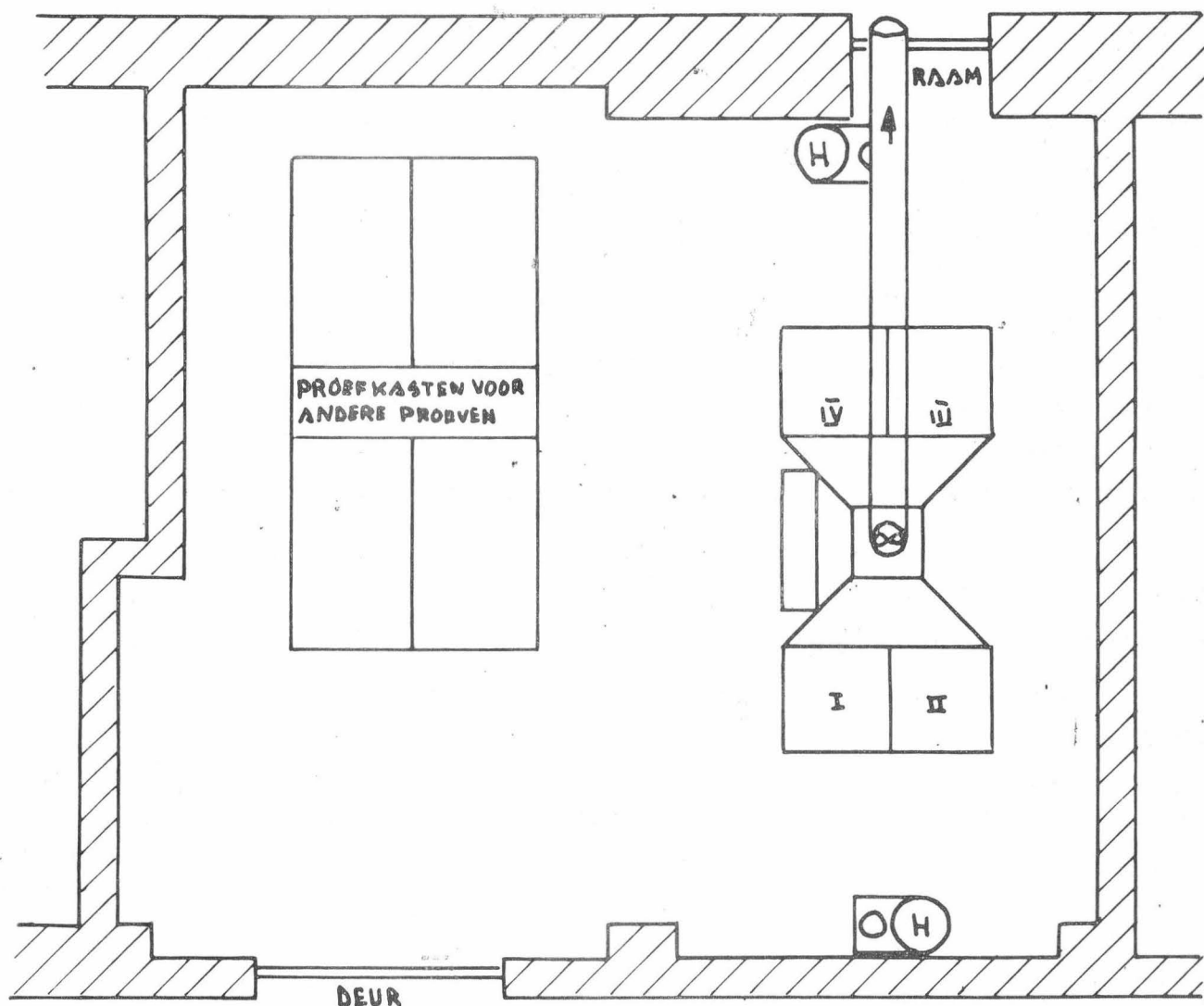
De eerste resultaten met volledige waternevel blijken bij nader onderzoek een partiële tegenstrijdigheid te bevatten. Onder 5.1.4. beschrijven wij dit en trachten daarvoor een verklaring te vinden.

5.1.4. Moeilijkheden met de eerste proefinstallatie.

5.1.4.1. Ongelijkmatige temperatuur.

Weldra bleek dat in de vier proefkasten de temperatuur niet uniform was. Deze bevonden zich nochtans in een kelderruimte (Zie figuur 6). De aanwezigheid van een klein kelderraam en een deur veroorzaakte echter tocht in die ruimte, vooral als de ventilator voor de lampenkoeling werkte. Daar de proeven hier tussen september en april gebeurden, hadden de kasten die zich het dichtst bij het raam en de deur bevonden een lagere temperatuur.

Dit temperatuurverschil werd nog verhoogd doordat die koudere lucht ook droger was. Door middel van een waterverstuiver en een humidostaat werd nochtans de luchtvochtigheid van de kelder constant op 70% r.v. gehouden. Bij het raam was een elektrische radiator geplaatst, die door middel van een thermostaat de keldertemperatuur op



I - IV : EERSTE STEL PROEFKASTEN VOOR
VOLLEDIGE WATERNEVEL

H : 2 HYDROFOORGROEPEN

schaal : 1/50

Fig: 6 : Opstelling v/d eerste installatie voor volledige
waternevel

20° C hield. Hierdoor ontstond een ongelijkmatige luchtvochtigheid in de kelderruimte. Dit bracht mee dat in sommige kasten de vochtige thermometer, (die tenslotte de temperatuur van de waterfilm op de plant en bij benadering van de plant zelf weergeeft) een lagere temperatuur aanwees dan in andere kasten. Tabel 2 geeft de gemiddelde temperatuur in de 4 kasten achteraf gemeten, bij 10 waarnemingen, met telkens de middelbare fout.

Voor het meten van deze temperaturen werd gebruik gemaakt van glazen kwikthermometers, van het type bodemthermometer. Het kwik werd met een blad van Salvia splendens SELLO omwonden. Daar tijdens de metingen die op tien verschillende dagen geschieden, de waternevel ingeschakeld was boven en onder de plastiek folie, werd bij benadering de werkelijke temperatuur van de stekken gemeten.

Bij het meten van de eerste proeven werd voor iedere bewortelde stek het aantal wortels geteld en de gemiddelde lengte der wortels gemeten. Deze werkwijze hebben we later voor alle proeven herhaald. De wortellengte per stek werd zo met een voldoende nauwkeurigheid gemeten en uitgedrukt in millimeter.

Tabel 2 : Gemiddelde temperatuur boven en onder de plastiekfolie, ----- met middelbare fout bij 10 waarnemingen. Lichtsterkte 2.700 tot 3.200 lux, bekomen door 8 lampen per proefkast.

Proefkast	I	II	III	IV
Temperatuur onder plastiekfolie:	17,83	18,32	17,47	18,01
Middelbare fout :	0,09	0,12	0,22	0,17
Temperatuur boven plastiek, bij duisternis :	17,70	18,46	17,48	18,10
Middelbare fout :	0,42	0,41	0,30	0,39
Temperatuur boven plastiek, bij licht :	19,50	20,59	19,48	20,70
Middelbare fout :	0,57	0,56	0,71	0,67

Wij hebben de wortellengten ingedeeld in klassen die overeenstemmen met volledige kwadraten. Immers alleen de wortelaangroei tijdens de eerste dagen interesseerde ons. Bovendien wensten wij het rekenwerk te vereenvoudigen. Wij zochten dus naar een middel, om aan de hand van de werkelijke wortellengte, de beworteling in te delen in klassen die bij lage waarden van de wortellengte nauw en bij hoge waarden breed zouden zijn. Hiertoe werd de wortellengte per stek (in mm uitgedrukt) vervangen door de vierkantswortel van het meest nabij gelegen volledig kwadraat. Deze vierkantswortel geeft de waarde van de bewortelingsklasse aan. Aldus stemt iedere bewortelingsklasse overeen met een bepaalde groep werkelijke wortellengten, in mm uitgedrukt. In tabel 3 hebben wij ze aangeduid voor de 20 eerste bewortelingsklassen.

Na het bepalen van de bewortelingsklasse per stek hebben we daaruit het gemiddelde berekend. De resultaten per perceel werden weergegeven aan de hand van de gemiddelde bewortelingsklasse.

De resultaten voor de vier eerste proeven met stekken onder volledige waternevel zijn in tabel 4 weergegeven en grafisch voorgesteld in figuur 7. Als gemiddelde temperatuur namen we de som van de gemiddelde temperatuur onder de plasticfolie, plus de temperatuur erboven bij duisternis, plus diezelfde temperatuur bij licht, gedeeld door 3. Daar het grootste gedeelte van de stek zich boven de plastic bevindt bekwamen wij aldus, bij voldoende benadering, de gemiddelde stektemperatuur. Deze proeven leerden ons het volgende :

- 1) 24 h per dag belichting geeft iets betere beworteling dan een fotoperiode van 12 h per dag; deze betere resultaten kunnen echter ook - behalve voor de eerste proef - aan de iets hogere temperatuur of lichtintensiteit toegeschreven worden.
- 2) De lichtpermeabiliteit van de plasticfolie waarin de stekken bevestigd werden, heeft geen duidelijke invloed op de beworteling. Nu eers bekomen we de beste resultaten met heldere, dan weer met zwarte plastic. Dit kan ook in verband staan met de daglengte, aangezien, bij het vergelijken van de eerste en de derde proef (beide met Coleus-stekken) de betere resultaten in kast IV en kast II t.o.v. de resultaten in kast III en in kast I, onafhankelijk zijn van de gebruikte plastic.

Tabel 3. : Bepalen van de bewortelingsklasse aan de hand van de
----- wortellengte per stek. (Eigen methode)

Bewortelingsklasse	Overeenstemmende wortellengte in mm		Volledig kwadraat
0	0	tot 0,99	0
1	1	2	1
2	3	6	4
3	7	12	9
4	13	20	16
5	21	30	25
6	31	42	36
7	43	56	49
8	57	72	64
9	73	90	81
10	91	110	100
11	111	132	121
12	133	156	144
13	157	182	169
14	183	210	196
15	211	240	225
16	241	272	256
17	273	306	289
18	307	342	324
19	343	380	361
20	381	420	400

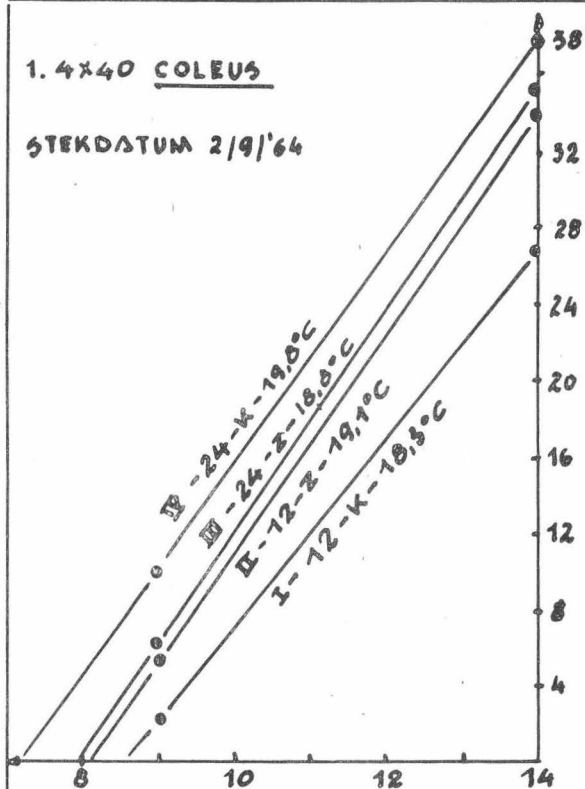
Tabel 4. : Bewortelingsresultaten en t-testen van de 4 eerste proeven met stekken van enkele sierplanten onder volledige waternevel, waarbij continu licht vergeleken werd met een fotoperiode van 12 h licht per dag en het gebruik van ~~klare~~ plasticfolie met het gebruik van zwarte plasticfolie.

Proefkast : Fotoperiode (h licht/dag): Lichtintensiteit (lux) : Gemiddelde temperatuur (° C) :	Stekdatum	I 12 h 2.700 18,3	II 12 h 3.200 19,1	III 24 h 3.000 18,8	IV 24 h 3.100 19,8	t-test: significant verschil tussen 2 resul- taten, indien dit groter is dan :	
						voor 5% risico	voor 1% risico
1. Proef met 4 x 40 <u>Coleus Blumei</u> -hybriden - Plastiekfolie - Gemiddelde bewortelingsklasse - na 9 dagen : - na 14 dagen :	2/9/64	klaar 2,33 27,50	zwart 5,45 34,65	zwart 6,23 35,53	klaar 10,18 38,13	1,89 4,48	2,55 6,05
2. Proef met 4 x 40 <u>Fuchsia X hybrida VOSS</u> . - Plastiekfolie : - Gemiddelde bewortelingsklasse - na 10 dagen : - na 13 dagen :	22/9/64	zwart 1,45 7,00	klaar 2,25 8,70	klaar 0,38 6,90	zwart 2,63 11,03	1,12	1,51
3. Proef met 4 x 40 <u>Coleus Blumei</u> -hybriden - Plastiekfolie - Gemiddelde bewortelingsklasse - na 10 dagen :	9/10/64	zwart 1,73	klaar 3,58	klaar 2,55	zwart 6,10	0,96	1,30
4. Proef met 4 x 40 <u>Salvia splendens SELLO</u> - Plastiekfolie : - Gemiddelde bewortelingsklasse - na 10 dagen : - na 16 dagen :	27/10/64	klaar 1,30 12,50	zwart 2,45 13,25	zwart 2,63 13,25	klaar 3,65 16,75	0,75 1,54	0,93 2,08

N.B. : De bewortelingsklasse komt nagenoeg overeen met de vierkantswortel uit de totale wortellengte per stek.

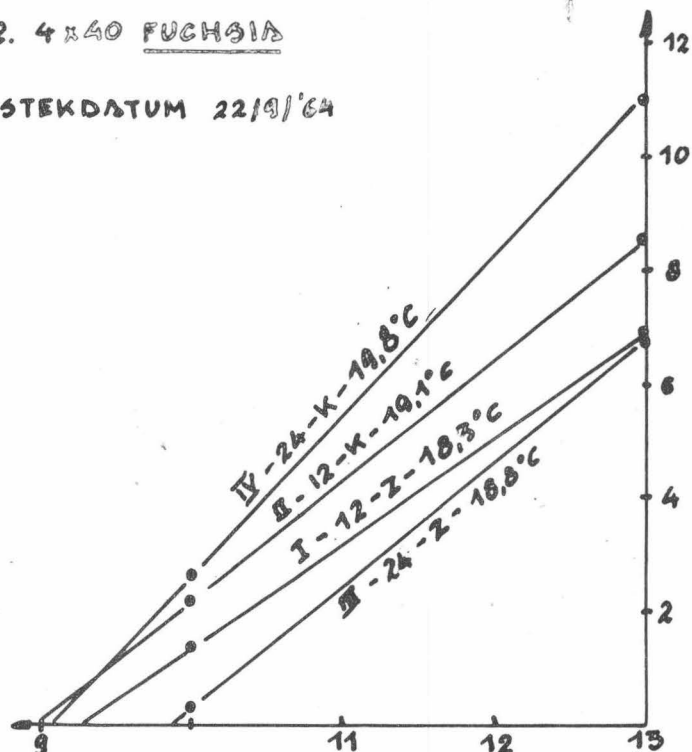
1. 4x40 COLEUS

STEKDATUM 2/9/'64



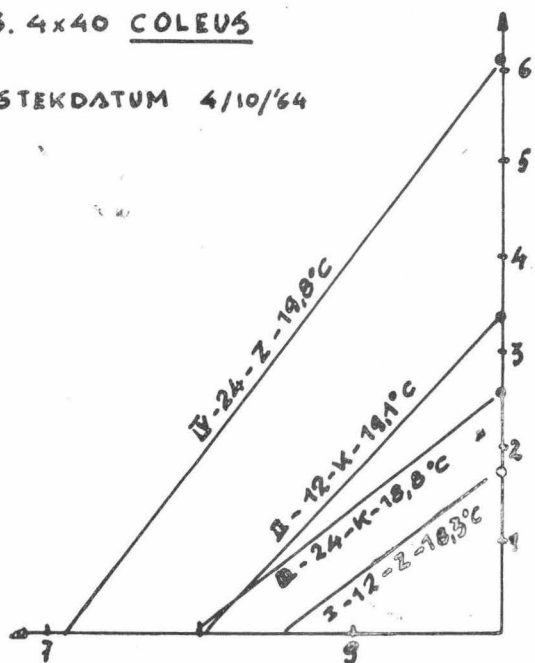
2. 4x40 FUCHSIA

STEKDATUM 22/9/'64



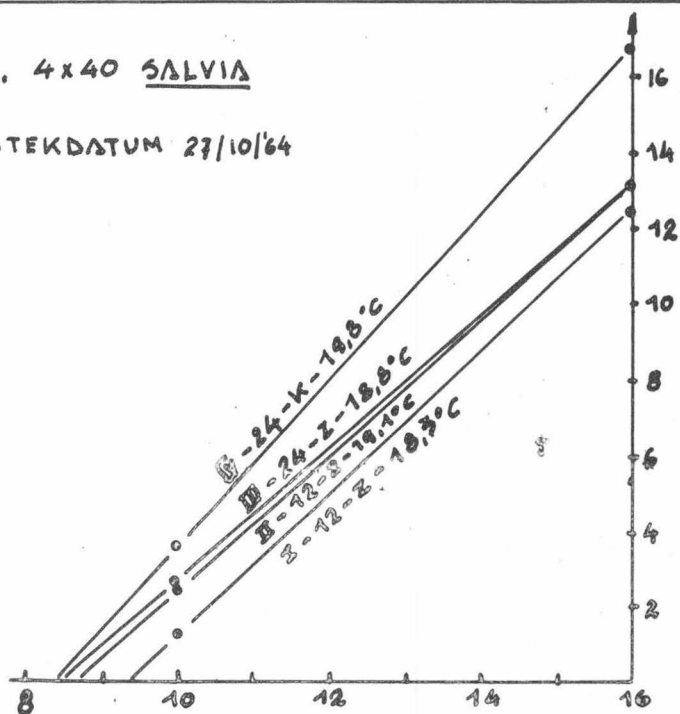
3. 4x40 COLEUS

STEKDATUM 4/10/'64



4. 4x40 SALVIA

STEKDATUM 27/10/'64



ABDIS : DAGEN NA HET STEKEN
ORDINAAT : BEWORTELINGSKLASSE

Fig: 7 : BEWORTELING IN FUNCTIE V/D TIJD V/D EERSTE 4 PROEVEN
MET VOLLEDIGE WATERNEVEL

De kasten IV en II hadden zowel een hogere temperatuur als een hogere lichtintensiteit dan III en I. Er diende dus nog uitgemaakt te worden wat bij deze proeven storend gewerkt had, de temperatuur, de lichtintensiteit of beide samen.

Om dit uit te maken werden een paar proeven met diverse temperaturen en later een paar proeven met twee verschillende lichtintensiteiten aangelegd.

Eerste temperatuurproef.

Om uiteenlopende temperaturen te bekomen werd de laatste meter van de leiding, waardoor het onderste sproeiwater werd aangevoerd, met geplastificeerde weerstandsdraad omwonden. Daartoe werden 25 meter draad met 0,1 ohm weerstand gebruikt. De voeler van een thermostaat van het type "thermistance" werd juist onder de sproeidop in de buis ingeschroefd en regelde de stroom in de weerstandsdraad. Een transformator leverde een spanning van 24 Volt, zodat bij ingeschakelde thermostaat een stroom van 9,75 amp voor het opwarmen van het sproeiwater instond. De thermostaat van kast I werd geregeld op 32° C en die van kast IV op 25° C; in de kasten II en III werd geen waterverwarming gebruikt.

Door middel van een grondthermometer die op dezelfde manier als de stekken doorheen de plasticfolie was geplaatst, werd bij benadering de temperatuur van de stekbasis gemeten.

De verlichting, die voor alle proefkasten gelijk was, bestond uit 8 TL-lampen, die 12 h per dag brandden. Er werden 40 Salvia splendens SELLO - stekken per kast geplaatst in zwarte ondoorschijnbare plasticfolie. Er werd op 17 november 1964 gestekt. Waarneming der beworteling geschiedde de zevende, de achtste en tiende dag na het stekken. De bekomen resultaten, zowel in gemiddelde wortellengte per stek als in gemiddelde bewortelingsklasse uitgedrukt werden in tabel 5 en in de figuren 8 en 9 samengevat.

Uit de bekomen resultaten blijkt duidelijk, dat de geringere beworteling bij lagere temperaturen vooral het gevolg is van het later verschijnen der wortels. Ook de snelheid van wortelaangroei is groter

Tabel 5. : Beworteling volgens de temperatuurproef met 4 x 40 Salvia splendens SELLO, gestekt op 17/11/1964 onder volledige waternevel.

=====				
A. Waarnemingen.				

Proefkast :	I	IV	II	III
Temperatuur onder plasticfolie (° C)	23,7	19,8	18,4	17,4
Temperatuur boven plasticfolie				
- bij duisternis (° C) :	18,8	18,3	18,6	17,2
- bij licht (° C) :	20,5	20,1	20,0	18,9
Gemiddelde stektemperatuur (° C) :	21,0	19,4	19,0	17,8
Lichtintensiteit (lux) :	2.700	3.100	3.200	3.000
Resultaat in mm wortel per stek				
- na 7 dagen :	1,8	0	0	0
- na 8 dagen :	14,5	2,7	0,3	0
- na 10 dagen :	91,6	44,8	17,0	3,9
Resultaat in gemiddelde bewortelingsklasse				
- na 7 dagen :	1,0	0	0	0
- na 8 dagen :	3,2	1,1	0,2	0
- na 10 dagen :	8,8	6,1	3,5	1,6
B. t-test.				

Tussen de proefkasten :	I en IV	IV en II	II en III	
Temperatuurverschil (° C) :	1,6	0,4	1,2	
Verschil in lichtintensiteit (lux) :	-400	-100	+200	
Verschil in gemiddelde bewortelingsklasse (na 10 dagen) :	2,7	2,6	1,9	
t-waarde (berekend) :	4,74	4,56	3,33	
Risico kleiner dan :	1%	1%	1%	
Verschil :	zeer	zeer	zeer	
	significant	significant	significant	
=====				

N.B. : Er is significant verschil (risico = 5% indien de t-waarde groter is dan 2

Er is zeer significant verschil (risico = 1%) indien de t-waarde groter is dan 2,7.

4x40 SALVIA SPLENDENS SELLO

STEKDATUM : 17/11/'64

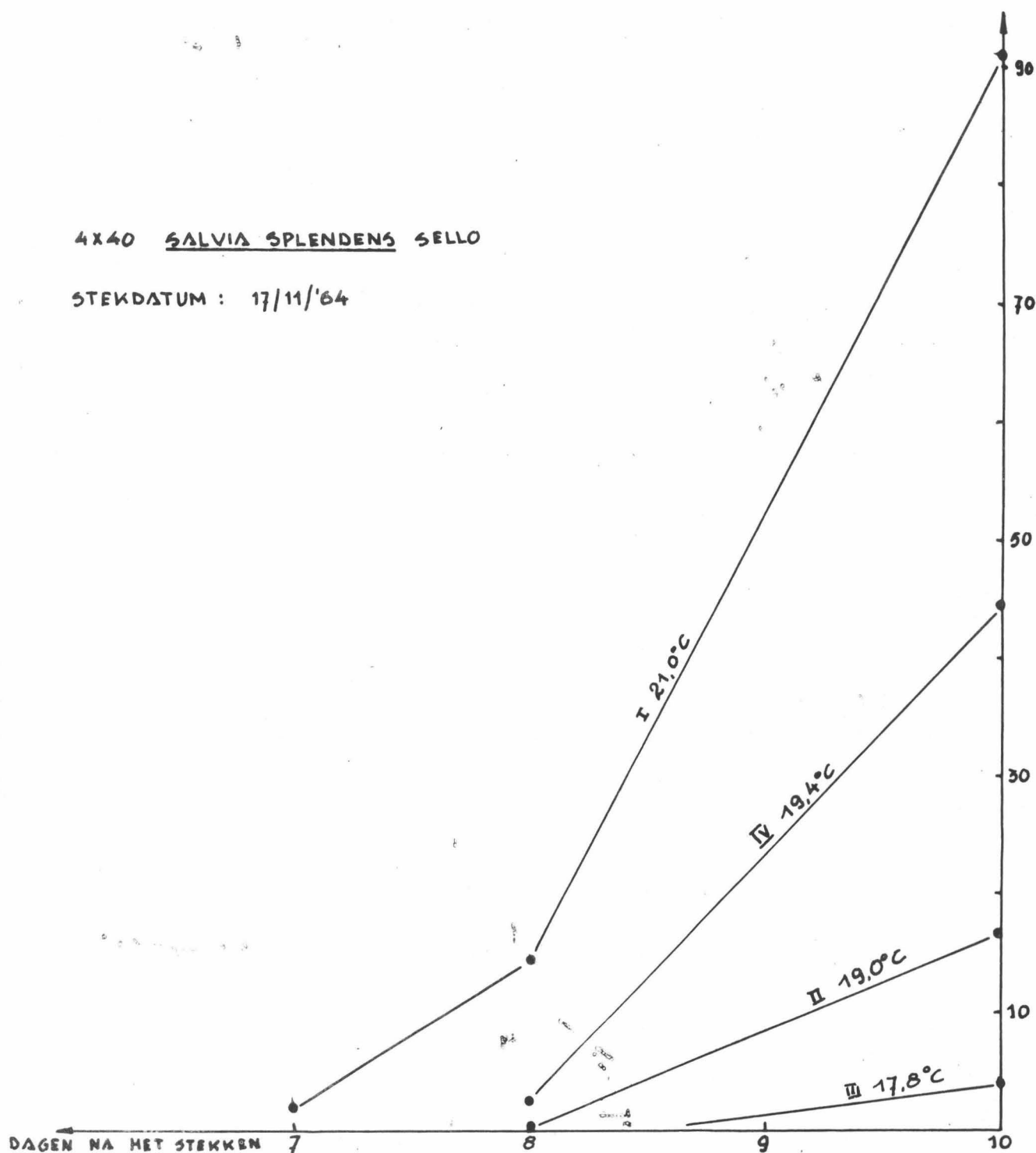


Fig: 8 : BEWORTELING UITGEDRUKT IN MM WORTELLENTE PER STEK IN FUNCTIE VAN DE TIJD

4x40 SALVIA SPLENDENS SELLO

STEKDATUM: 11/11/64

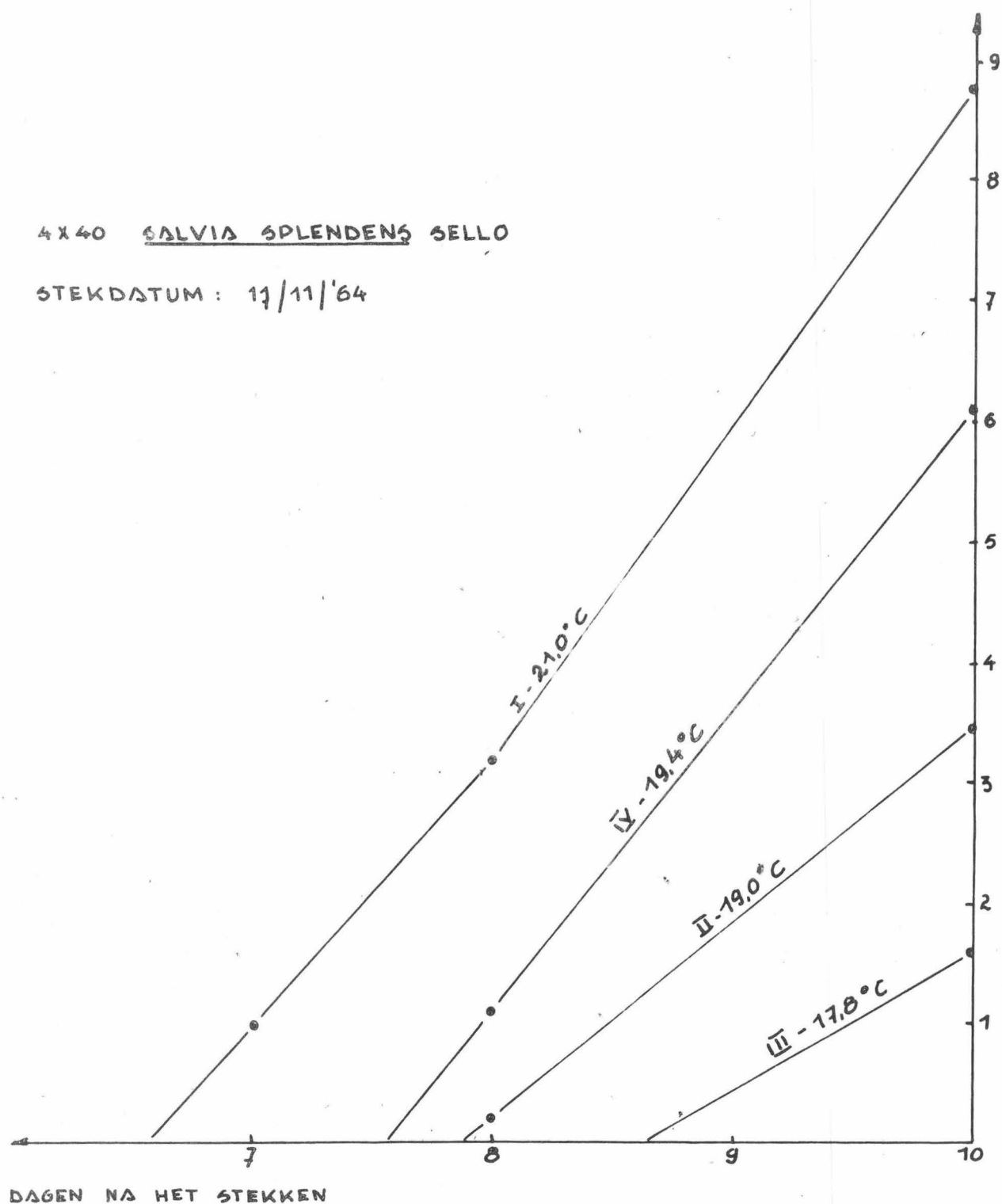


Fig: 9 : BEWORTELING UITGEDRUKT IN GEMIDDELTE BEWORTELINGS-
KLASSE PER STEK IN FUNCTIE VAN DE TIJD

bij hoge temperaturen. Daar vooral de temperaturen onder de plastic onderling verschillen, blijkt de vluggere beworteling in deze proef voornamelijk door hogere temperaturen aan de basis der stekken veroorzaakt te zijn. Dat de temperatuur der bladeren waarschijnlijk ook een invloed heeft op de beworteling, leiden wij af uit de vergelijking der fel uiteenlopende resultaten, in de proefkasten II en III bekomen. Hier verschilt de temperatuur onder de plastic slechts 1°C , terwijl de temperatuur der bladeren ook iets meer dan 1°C hoger ligt in kast II dan in kast III. Om echter een beter inzicht van de invloed van de temperatuur op de beworteling der stekken te bekomen, zijn er meerdere proeven hieromtrent aangelegd, die wij verder in dit werk zullen bespreken.

Uit de vergelijking van de resultaten, uitgedrukt in wortellengte, met de resultaten, uitgedrukt in bewortelingsklasse, (zie tabel 5 en de figuren 8 en 9) valt af te leiden dat de bewortelingsklasse duidelijker de verschillen bij de aanvang der beworteling weergeeft. Daarbij komt dat de grafische voorstelling van de beworteling in functie van de tijd nagenoeg een rechte is, zodat men zonder permanente waarneming toch met voldoende benadering het begin van het uitgroeien kan vaststellen.

In hoever deze verschillen significant zijn, leert ons de t-test, die wij, omwille van eenvoudiger berekeningen, aan de hand van de resultaten in bewortelingsklasse, berekend hebben. Deze t-test is in tabel 5.B. vervat.

Tweede temperatuurproef.

De volgende temperatuurproef werd op 30/11/1964 aangelegd met 4 x 40 stekken van Begonia gracilis H.B.K. Hierbij bekwam men analoge resultaten, alhoewel de beworteling hier duidelijk later begon. De resultaten, uitgedrukt in gemiddelde bewortelingsklasse, zijn samengevat in tabel 6 en in figuur 10.

Het verschil tussen de resultaten van kast IV en II is niet iets minder duidelijk dan in vorige proef, zoals blijkt uit de t-test (zie tabel 6.B.). Dit is te wijten aan de gewijzigde temperatuursomstandigheden. Tevens bleek dat de temperatuur van het stekgedeelte onder

Tabel 6. : Beworteling volgens de temperatuurproef met 4 x 40 Begonia
----- gracilis H.B.K., gestekt op 30/11/1964 onder waternevel.

A. Waarnemingen.				
Proefkast :	I	IV	II	III
Stektemperatuur (° C)				
- onder plasticfolie :	23,5	19,9	18,2	16,8
- boven plasticfolie :	19,7	18,4	19,2	17,5
- gemiddeld :	21,0	18,9	18,9	17,3
- (idem) :	(21,6)	(19,2)	(18,7)	(17,2)
Gemiddelde bewortelingsklasse				
- na 11 dagen :	5,3	1,1	0	0
- na 15 dagen :	14,7	11,3	9,2	2,45
- na 18 dagen :	17,3	14,8	12,7	9,3
B. t-test.				
Tussen de proefkasten :	I en IV	IV en II	I en III	
Temperatuurverschil (° C)	2,1 (2,4)	0 (0,5)	1,6 (1,5)	
Vershil in lichtintensiteit (lux) :	-400	-100	200	
Vershil in gemiddelde bewortelingsklasse na 18 dagen :	2,5	2,1	3,4	
Berekende t-waarde :	3,20	2,69	4,36	
Risico kleiner dan :	1%	5%	1%	
Vershil :	zeer significant	significant	zeer signi- ficant	

BEWORTELINGSKLASSE

4x40 BEGONIA GRACILIS H.B.K.

STEKDATUM: 30/11/'64

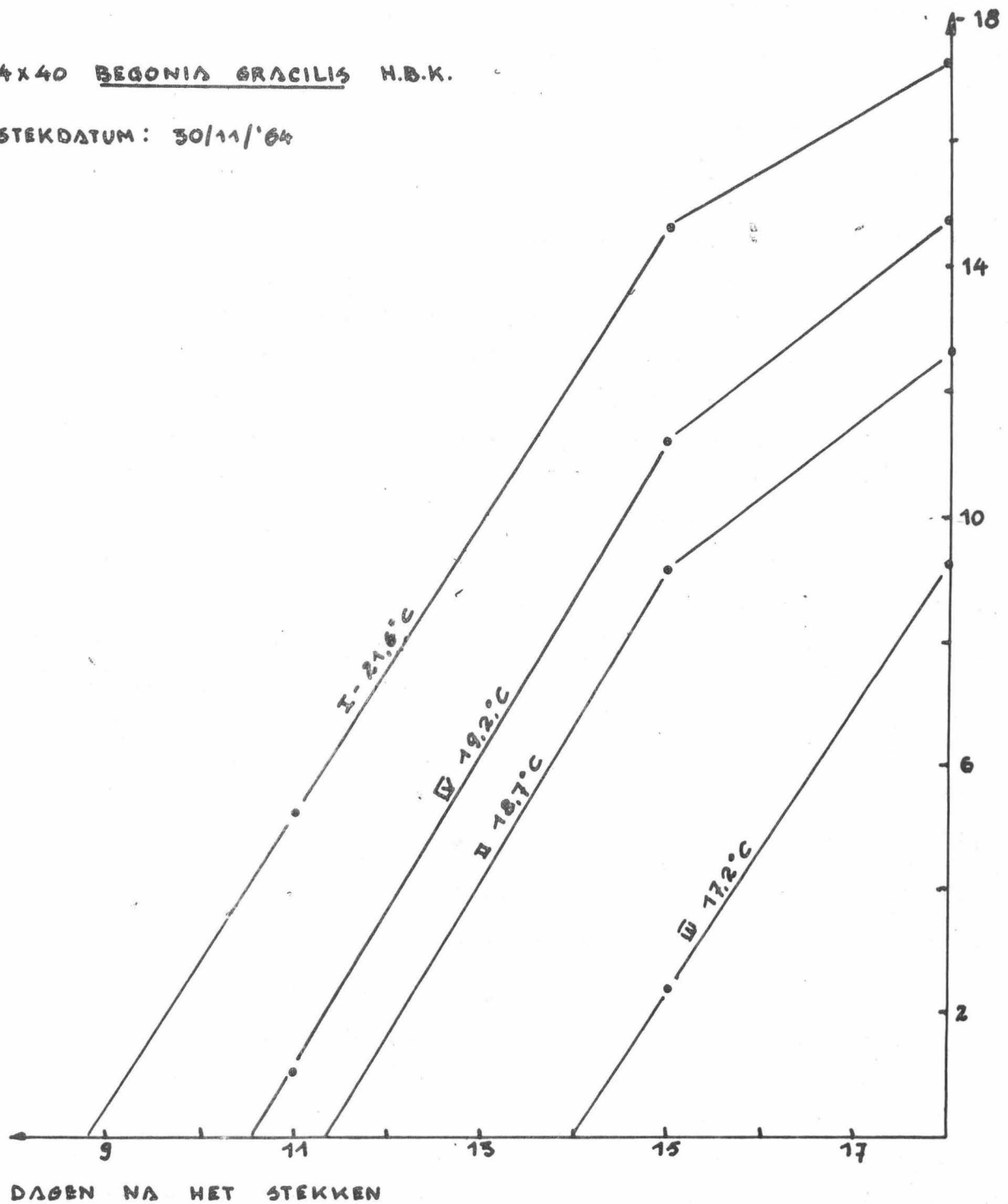


Fig: 10: BEWORTELING, UITGEDRUKT IN GEMIDDELDE BEWORTELINGSKLASSE PER STEK, IN FUNCTIE V/D TIJD.

de plasticfolie belangrijker was dan wij aanvankelijk meenden. Daarom berekenden we voortaan het gemiddelde van de stektemperatuur door de som van de temperatuur boven en onder de plastic door twee te delen. De aldus berekende gemiddelden zijn in tabel 6 tussen haakjes aangegeven naast de oorspronkelijke waarden.

5.1.4.2. Ongelijkmatige lichtintensiteit.

Naast de ongelijkmatige temperatuur, zou ook een ongelijkmatige lichtintensiteit de mogelijke oorzaak kunnen zijn van de tegenstrijdige resultaten bij onze eerste proeven met waternevel. Door middel van een luxmeter volgens Bruno LANGE, Berlijn, werd daarom in de 4 kasten de lichtintensiteit gemeten. Tabel 7 geeft het gemiddelde en de standaardafwijking van 10 waarnemingen. De lichtintensiteit werd in het midden van iedere kast gemeten ter hoogte der stekken.

Tabel 7. : Lichtsterkte gemeten met luxmeter volgens B. LANGE op
----- 27/10/1964.

Kast	Aantal T.L.-lampen	Gemiddelde lichtsterkte in lux, 10 waarnemingen	Standaard- afwijking
I	8	2.805	21
II	8	3.180	32
III	8	2.950	28
IV	8	3.085	33

Om nu na te gaan of verschillen in lichtintensiteit de resultaten der proeven merkbaar kunnen beïnvloeden, werd een proef aangelegd, waarbij twee verschillende lichtintensiteiten met elkaar vergeleken werden. Daartoe werden in de kasten I en II 4 TL-lampen geplaatst en in de kasten III en IV 8 TL-lampen. De gemiddelde lichtsterkten zijn in tabel 8 opgegeven. Gezien deze proef met dezelfde lampen geschiedde, doch een 2 maand later dan de hoger beschreven proeven, vertoonden de lampen door het gebruik meer sleet en produceerden dus minder licht. Dit is aan de gegevens van de proefkasten III en IV merkbaar. (Zie in dit verband VAN MIEGROET en medewerkers, 1964).

Tabel 8. : Beworteling volgens proef met 4 x 40 *Salvia splendens* SELLO
gestekt op 21/12/1964 onder volledige waternevel bij ver-
schillende lichtintensiteiten en temperaturen.

A. Waarnemingen :	I	II	III	IV
Gemiddelde temperatuur der stekken (° C) :	20,5	18,1	18,6	21,6
Gemiddelde lichtintensiteit (lux) :	1.450	1.700	2.700	2.850
Gemiddelde bewortelingsklasse				
- na 8 dagen :	4,85	0,00	0,40	6,23
- na 10 dagen :	9,88	2,58	5,55	12,00
Standaardafwijking der resultaten na 10 dagen :	0,46	0,18	0,26	0,38
B. t-test der resultaten na 10 dagen	IV-I	I-III	III-II	
Temperatuurverschil (° C) :	1,1	1,9	0,5	
Vershil in lichtintensiteit (lux) :	1.400	-1.250	1.000	
Vershil in gemiddelde bewortelingsklasse :	2,12	4,33	2,97	
t-waarde (berekend) :	4,38	8,95	6,13	
Risico kleiner dan :	1%	1%	1%	
Vershil :	zeer signi- ficant	zeer signi- ficant	zeer signi- ficant	

Uit de resultaten van deze proef, die eveneens in tabel 8 en in figuur 11 samengevat zijn, blijkt nogmaals dat de beworteling duidelijk beïnvloed wordt door de temperatuur. In hoever de lichtintensiteit echter deze beworteling beïnvloedt, is minder duidelijk. Uit de vergelijking van het verschil tussen I en III met het verschil tussen III en II blijkt dat het temperatuurverschil in het eerste geval ongeveer viermaal groter is dan in het tweede geval. Anderzijds is het verschil in resultaat nauwelijks 1,5 maal groter. De mogelijke verklaring hiervoor is het negatief verschil in lichtintensiteit. Om echter te bewijzen in hoever de beworteling beïnvloed wordt door de lichtintensiteit, was het nodig een nieuwe proef aan te leggen.

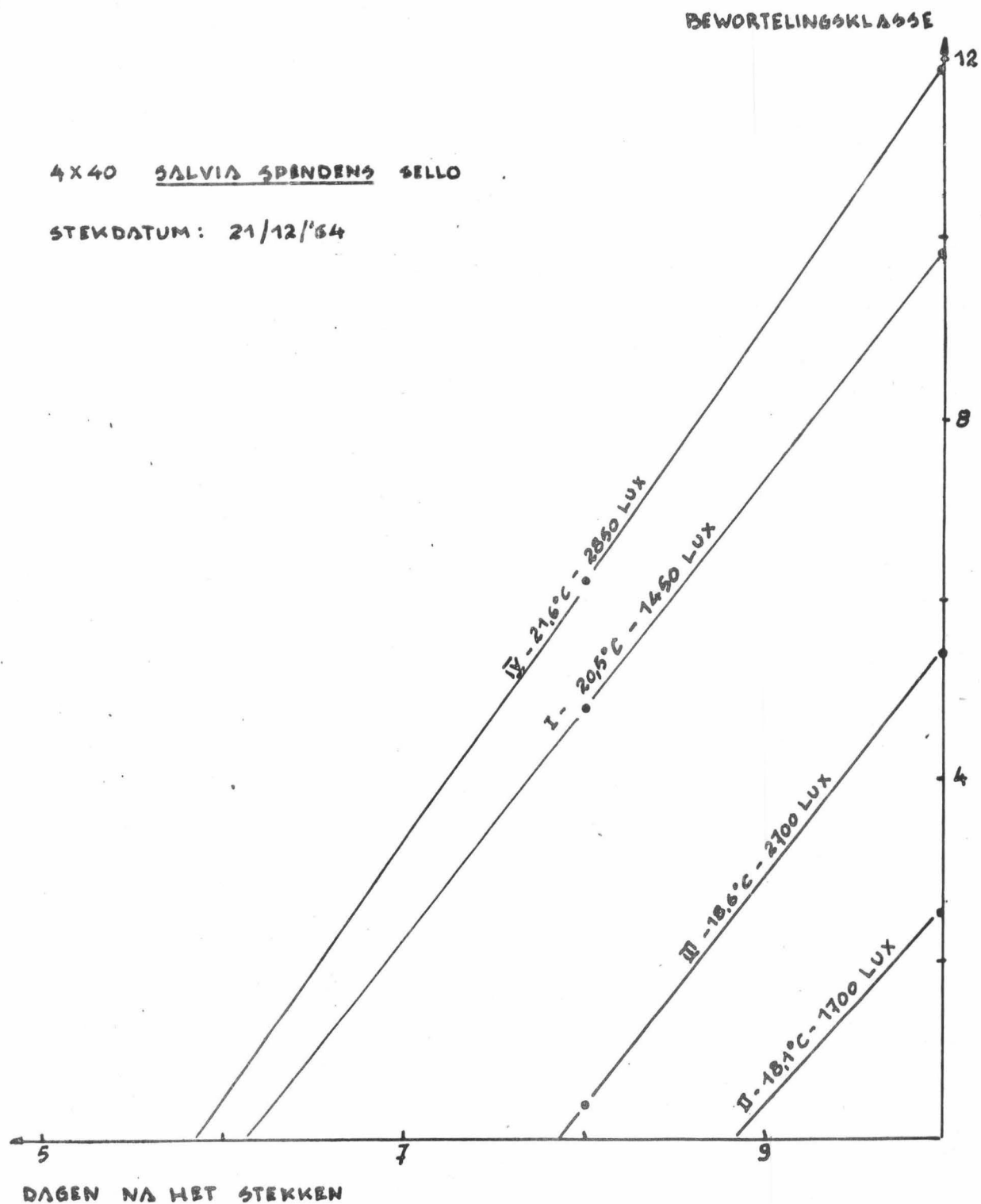


Fig: 11 ; BEWORTELING, UITGEDRUKT IN GEMIDDELTE BEWORTELINGSKLASSE PER STEK, IN FUNCTIE V/D TIJD.

Aangezien wij de temperatuur der stekken in de proefkasten I en IV door middel van een thermostaat enigszins konden regelen, zorgden wij ervoor dat in de volgende proef de temperatuur overal ongeveer gelijk was, om des te beter de invloed van de lichtintensiteit te kunnen nagaan. Dit lukte ons evenwel niet volledig. Uit de resultaten van deze proef (zie tabel 9 en figuur 12) konden wij evenwel het besluit trekken dat de lichtintensiteit de beworteling beïnvloedt, al is het dan in geringere mate.

Tabel 9. : Beworteling volgens de proef met 4 x 40 Salvia splendens
----- SELLO, gestekt op 5/1/1965.

A. Waarnemingen.				
Proefkasten :	I	II	III	IV
Gemiddelde temperatuur der stekken (° C) :	22,4	18,4	18,7	21,7
Gemiddelde lichtintensiteit (lux) :	1.450	1.700	2.700	2.850
Gemiddelde bewortelingsklasse				
- na 8 dagen :	4,75	0,23	0,60	6,00
- na 13 dagen :	17,98	12,83	11,75	19,98
Standaardafwijking der resultaten na 13 dagen :	0,54	0,53	0,56	0,89
B. t-test der resultaten na 13 dagen				
	IV-I	I-II	II-III	
Temperatuurverschil (° C) :	-0,7	+4,0	-0,3	
Vershil in lichtintensiteit (lux) :	+1.400	-1.250	-1.000	
Vershil in gemiddelde bewortelings- klasse :	2,00	5,15	1,08	
t-waarde (berekend) :	2,33	6,00	1,26	
Risico kleiner dan :	5%	1%	groot	
Vershil :	signi- ficant	zeer signi- ficant	niet signi- ficant	

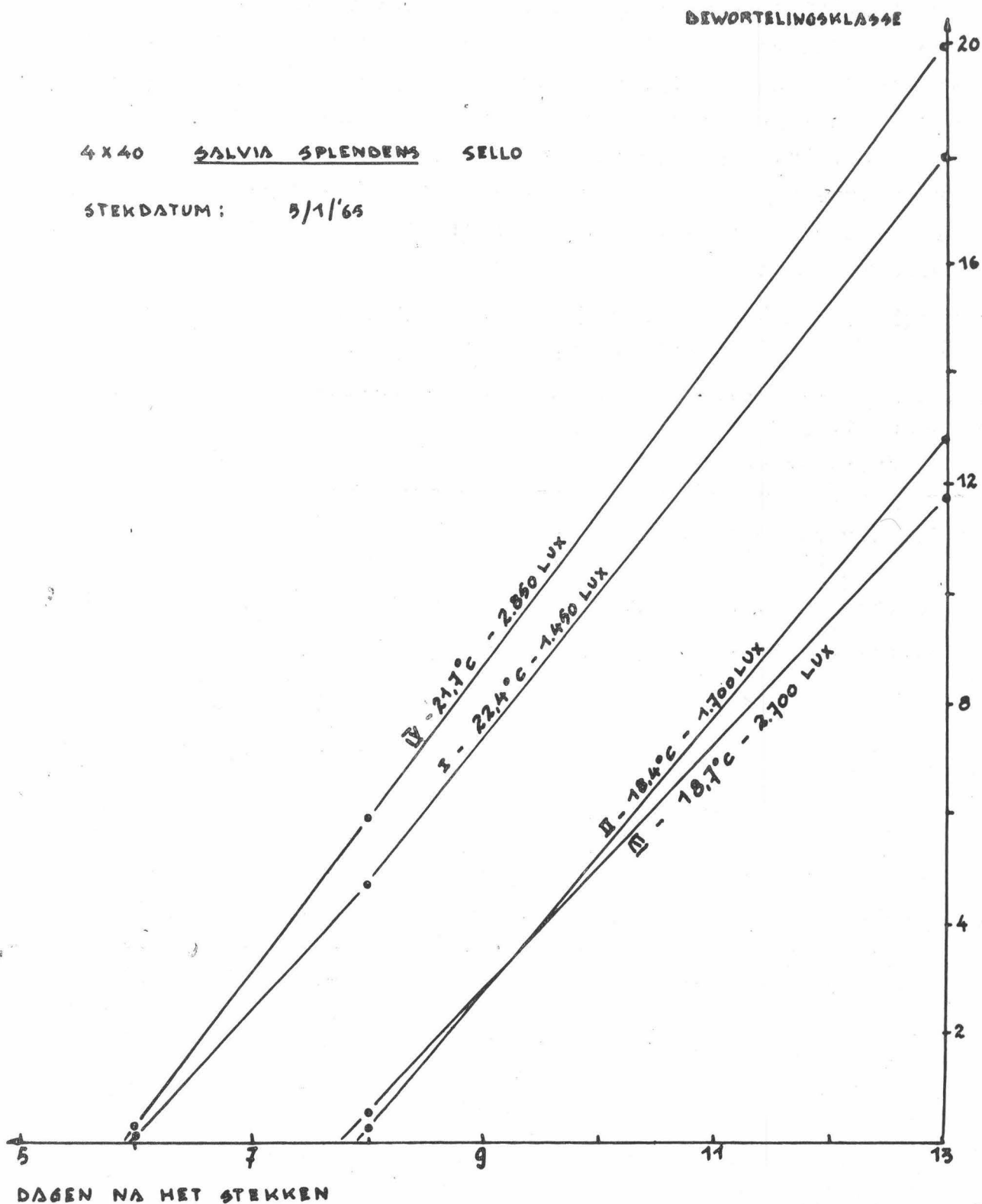


Fig: 12: BEWORTELING, UITGEDRUKT IN GEMIDDELDE BEWORTELINGSKLASSE PER STEK, IN FUNCTIE V/D TIJD.

5.1.4.3. Besluit.

De tegenstrijdige resultaten bekomen bij de eerste proeven met volledige waternevel (waarbij de stekken enerzijds met hun basis donker geplaatst werden, namelijk door zwarte plasticfolie en anderzijds met hun basis in het licht, namelijk door doorschijnende plastic) waren duidelijk het gevolg van geringe temperatuurverschillen met een orde van grootheid van tienden van centigraden.

Uit het onderzoek naar de storende factoren is gebleken dat de lichtintensiteit de beworteling van stekken beïnvloedt. Deze invloed is eerder aan de geringe kant, zodat verschillen in lichtsterkte met een orde van grootheid van 100 lux de beworteling duidelijk minder sterk beïnvloeden dan temperatuurverschillen van ongeveer 1° C. Uit de eerste proeven is tevens gebleken, dat een foto-periode van 12 uur licht per dag een iets flauwere beworteling tot gevolg heeft dan continu licht.

Om de juiste toedracht van de invloed van temperatuur, lichtintensiteit en fotoperiode beter te kunnen onderzoeken bleek het noodzakelijk een nieuw stel proefkasten voor volledige waternevel te bouwen. Ze moesten thermisch beter geïsoleerd zijn en in een lokaal met gelijkmatiger temperatuur geplaatst worden.

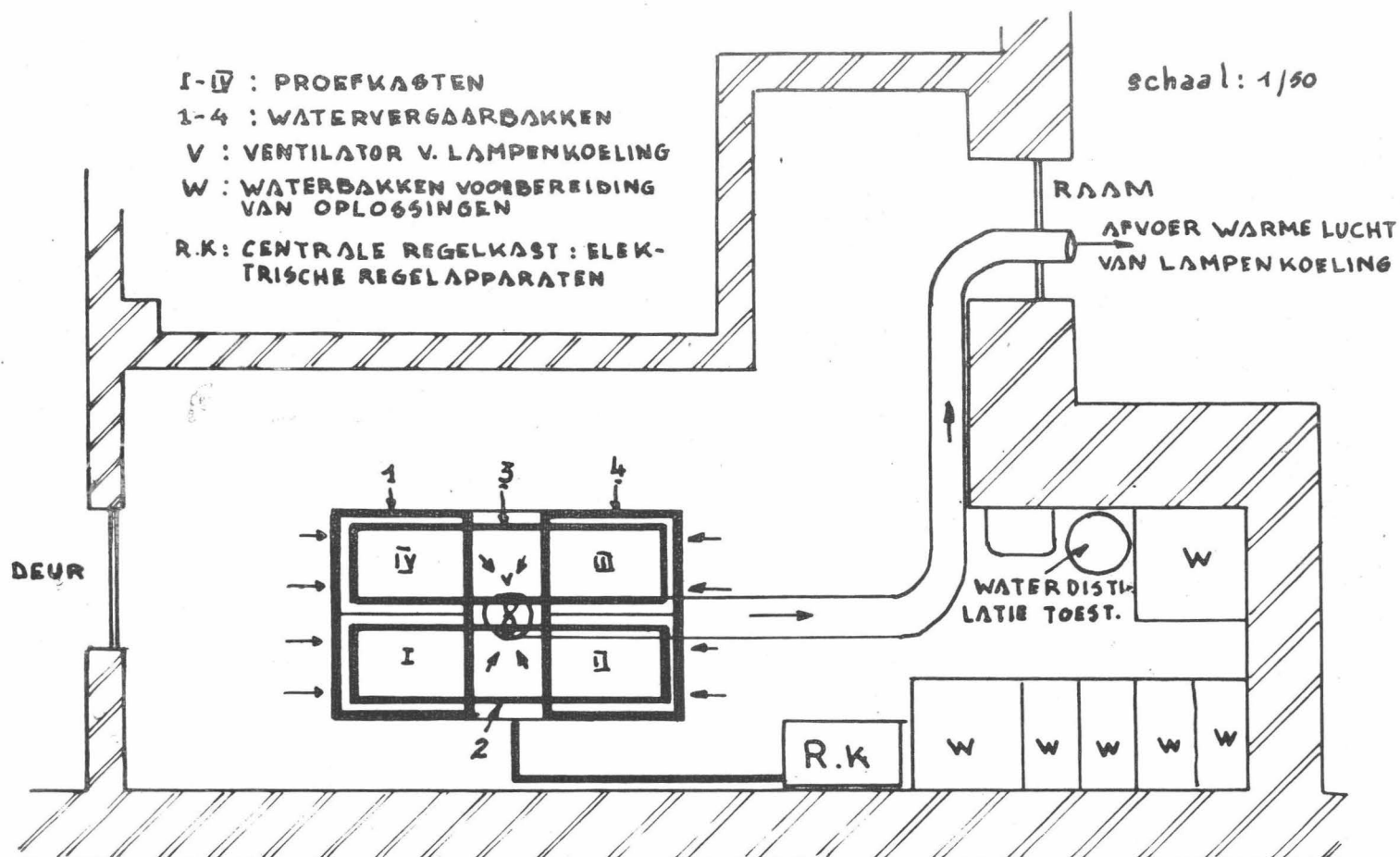
5.1.5. Uitrusting van de tweede proefinstallatie voor volledige waternevel onder kunstlicht.

Aanvang 1965 werd besloten over te gaan tot de bouw van een nieuw stel van 4 proefkasten voor volledige waternevel onder kunstlicht. De installatie kwam klaar in augustus 1965 (zie foto 6). De karakteristieken van ontwerp en constructie worden hierna bondig besproken.

5.1.5.1. De thermische isolatie.

Voor het plaatsen van dit stel proefkasten werd een kelderruimte voorzien, die meer zekerheid bood voor een gelijkmatige temperatuur in de verschillende proefkasten (zie figuur 13.A.).

De wanden van de vier kasten zijn hoofdzakelijk uit hout vervaardigd. Tussen de dubbele wand werd een isolatie van schuimplastiek van



A.- PLAATSGING VAN HET TWEEDE STEL PROEFKASTEN IN KELDER

Fig: 13: Maatregelen voor thermische isolatie bij tweede installatie

27 mm dikte aangebracht. De buitenste houten plaat is van het type "blokplaat", 18 mm dik. De binnenste is van het type "multiplex" en 10 mm dik. Aan de ribben der kasten is de binnenste isolatievulling ter wille van de stevigheid vervangen door massief hout. Ook de deuren zijn op dezelfde manier vervaardigd. De metalen watervergaarbakken zijn op de bodem en langs de zijwanden geïsoleerd met dezelfde schuimplastiek van 27 mm. (Zie figuur 13.B en C).

5.1.5.2. Kunstlicht.

Uit verschillende literatuurgegevens bleek dat de "Gro-lux" lamp, door "Sylvania" speciaal voor plantenbestraling ontworpen, als TL-lamp een spectraalkurve heeft die in grote mate gelijkvormig is met de spectraalkurve der stralingen, die de plant aanwendt voor haar fotosynthese. Vermits nu fotosynthese noodzakelijk schijnt te zijn voor het inwortelen van kruidachtige stekken, besloten we deze lampen bij de constructie van ons nieuw stel proefkasten te gebruiken (MPELKAS, a, b, c en d, zonder jaartal ; VAN ASSE, zonder jaartal).

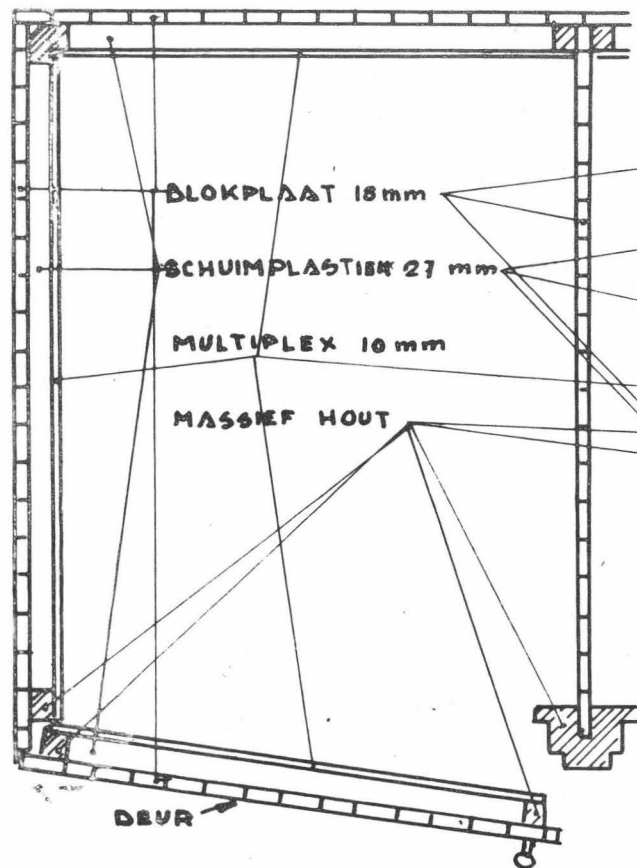
Ter wille van de afmetingen van de kasten moesten we beroep doen op lampen van 20 Watt, met een lengte van 60 cm. De lampenhouders werden onderaan en de selfs en starters werden bovenop een plaat aangebracht. Deze was samengesteld uit een vezelplaat van 5 mm tussen 2 aluminiumplaten van 1 mm. Per plaat werd de mogelijkheid voorzien om 16 lampen te plaatsen. De ruimten waarin lampen en toebehoren zich bevinden, zijn rondom bekleed met onbrandbaar materiaal. Met het oog op de koeling wordt, terwijl de lampen branden, de warme lucht uit die ruimten door middel van een ventilator afgezogen (Zie figuur 14).

5.1.5.3. Waternevel.

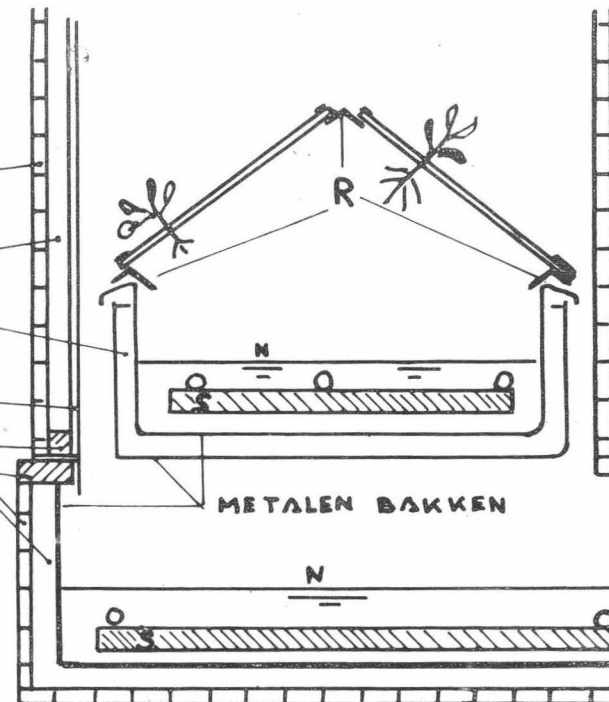
Er zijn 4 gesloten water-kringlopen voorzien, telkens met een vergaarbak, een pomp met filter in de zuigleiding en een kraan als drukregelaar in de persleiding en 2 of 4 sproeidoppen (Zie figuur 15 en foto 7 en 8).

De vergaarbakken bevinden zich steeds onderaan 2 kasten. Ze zijn derwijze opgesteld, dat het overtollige water van de bovenste waternevel in één bak opgevangen wordt voor kast II en III en in een tweede bak voor kast I en IV. Het sproeiwater dat de stekbasis bevochtigt wordt evenwel in een derde bak opgevangen voor de kasten I en II en in een vierde bak voor de kasten III en IV.

B. HORIZONTALE SNEDE DOOR KAST



C. VERTICALE SNEDE DOOR ONDERSTE GEDEELTE VAN EEN KAST EN DE WATERBAKKEN



R: AFNEEMBAAR RAAM: METAAL + SCHUIMPLASTIEK 10mm
 S: VERWARMINGSTENEN
 N: WATERPEIL
 O: PERSLEIDING

schaal: 1/10

fig: 13: Maatregelen voor thermische isolatie bij tweede installatie

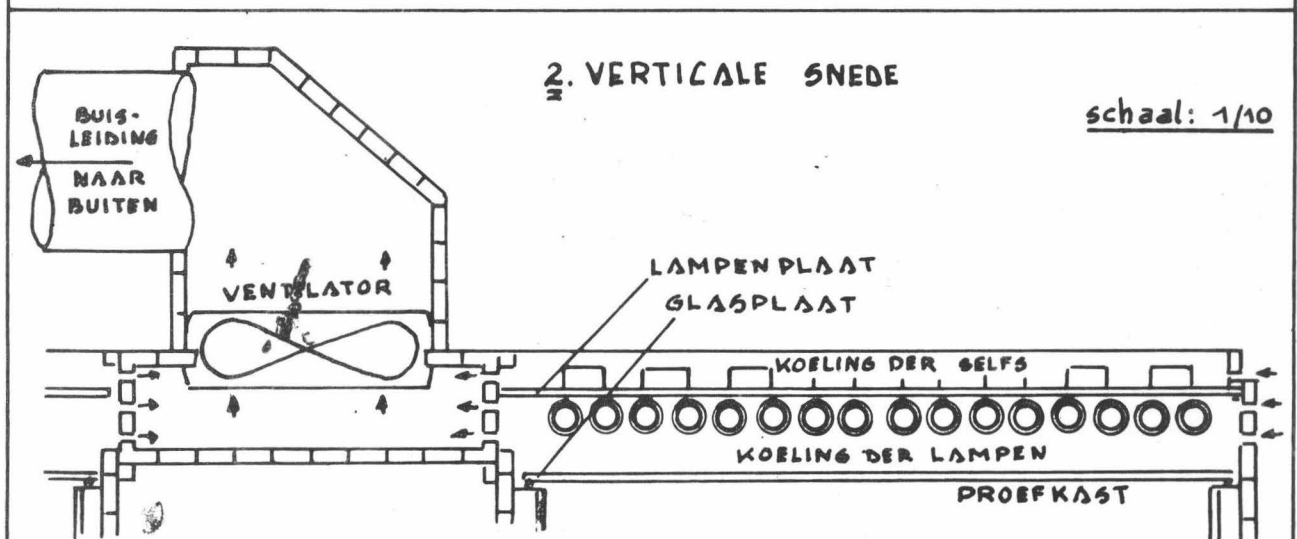
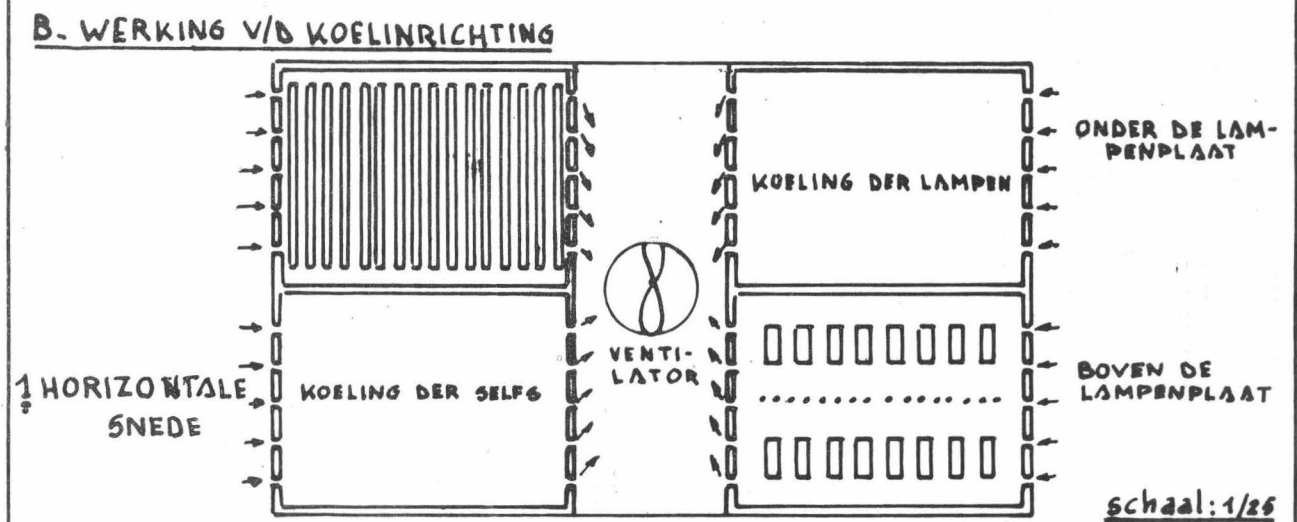
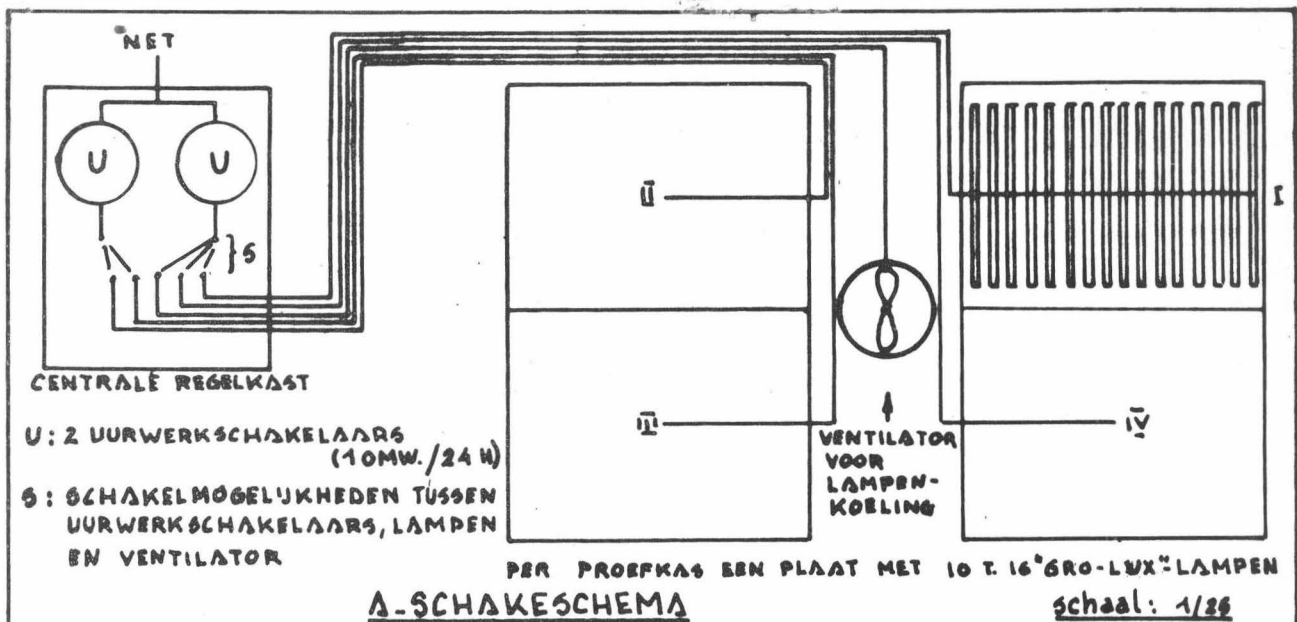
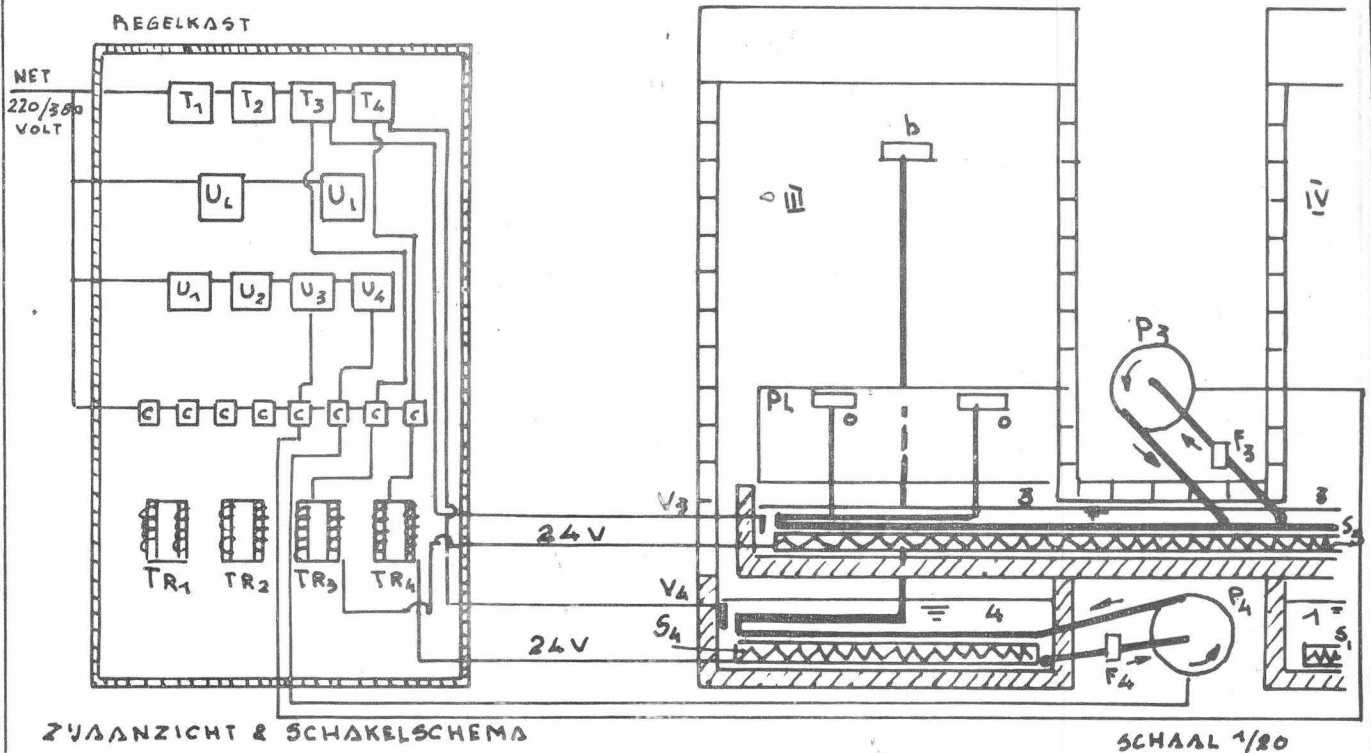
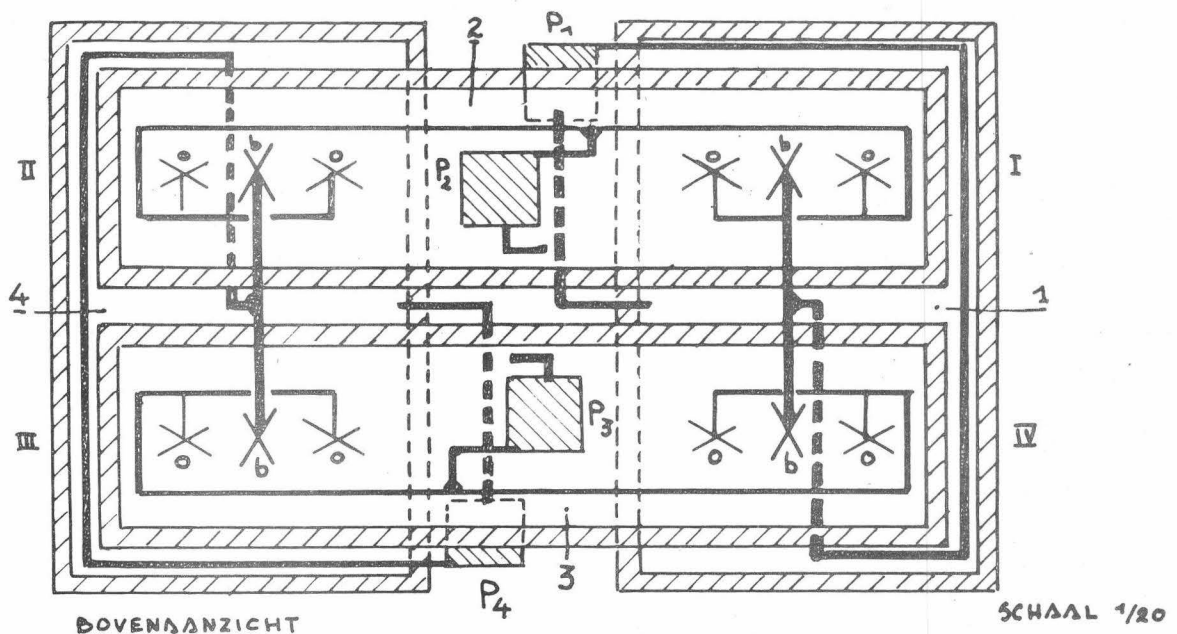


Fig.14: Kunstlicht en koelinrichting bij tweede installatie



- | | |
|---|--|
| I - IV : 4 PROEFKASTEN | S : VERWARMINGSTEEN |
| 1 - 4 : 4 WATERDANKEN - 4 WATERKRIJGLOPEN | V : VOELER VAN THERMOSTAAT |
| O : SPROEIDOP VOOR ONDERSTE WATERNEVEL | T : THERMOSTAAT |
| b : " " BOVENSTE " " | UL : TIJDSCHAKELAAR V/D BELICHTING |
| P ₁ -P ₄ : POMP VOOR OVERGANGSTEMMEND KRIJGLOOP | U ₁ -U ₄ : 4 TIJDSCHAKELAARS V. WATERNEVEL |
| F : FILTER IN ZUIGLEIDING | C : ELEKTRO-MAGNETISCHE SCHAKELAAR |
| PL : PLAAT SCHUIMPLASTISCH VOOR HET PLAATSEN DER STEKKEN | TR : TRANSFORMATOR VOOR LAAGSPANNING VOOR WATERVERWARMING |

Fig.15: Installatie voor waternevel bij tweede stel proefkasten

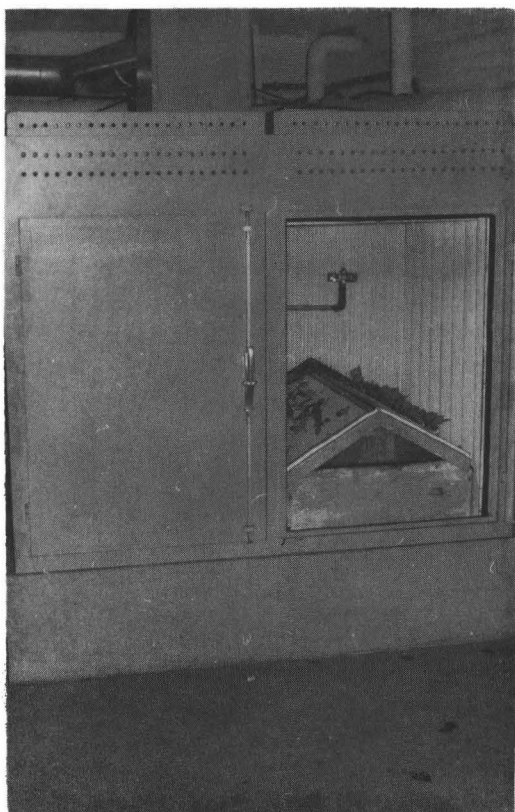


Foto 6
Twee van de 4 proefkasten
van de tweede installatie
(eigen ontwerp) voor het
stekken onder volledige
waternevel.

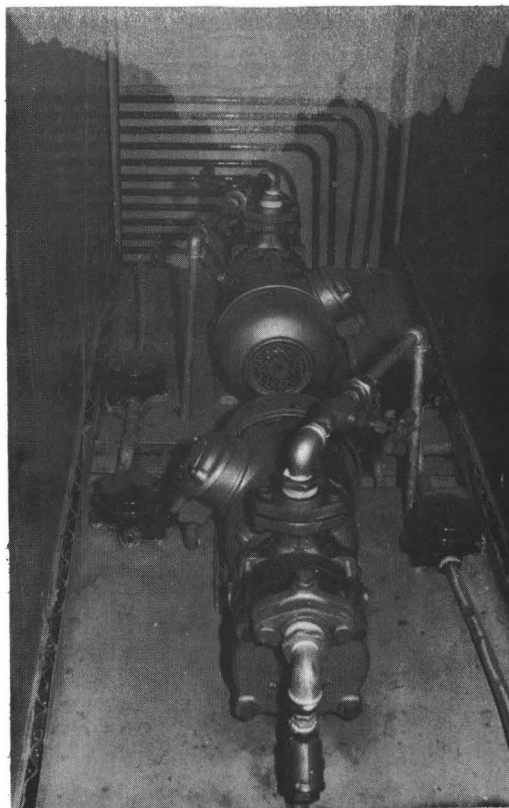
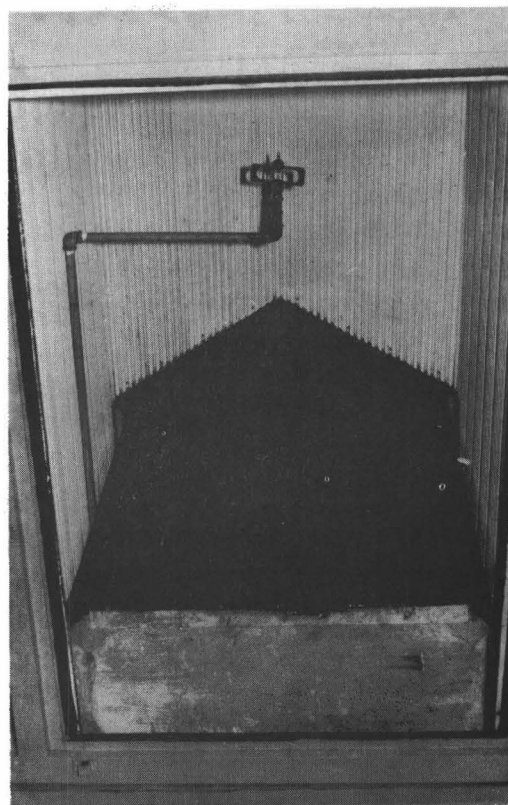


Foto 7
Twee van de vier pompen bij het
tweede stel proefkasten voor
volledige waternevel. Let op de
filter in de zuigleiding en op
de kraan als drukregelaar in de
persleiding.

Foto 8
Plaatsing der sproeidoppen in
een proefkast; 1 voor de boven-
ste waternevel en 2 voor de
onderste waternevel.



Een betonnen steen met ingegoten weerstandsdraden, die bij een spanning van 24 Volt, 150 Watt kan voortbrengen, zorgt in iedere vergaarbak voor de verwarming van het water.

De persleiding van iedere pomp heeft een binnendiameter van $3/4''$, waar deze zich onder het waterpeil der vergaarbakken bevindt. Van daaruit stijgt $1/4''$ -buis naar de sproeidoppen. Aldus heeft het water dat bij iedere sproeibeurt gebruikt wordt, overwegend de temperatuur van de watervoorraad uit de vergaarbakken. Het gedeelte van deze persleiding, dat zich onder water bevindt, is door middel van een omweg voldoende lang, om het water, vóór iedere sproeibeurt op de gewenste temperatuur te brengen.

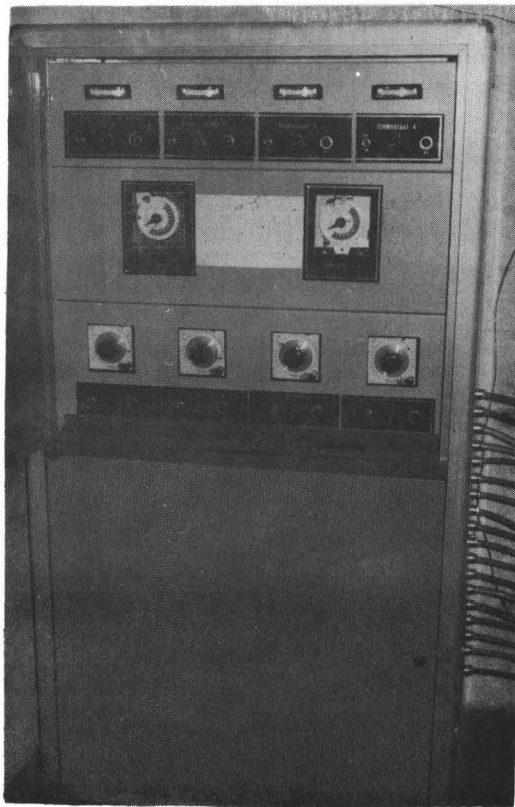
De 4 centrifugaalpompen hebben een waterdebiet van 5,6 l/min bij 56 m opvoerhoogte. Daar geen drukketel en geen elektromagnetische kraan in de leiding voorzien is, moet bij iedere besproeiing de pomp, aangedreven door een draaistroom elektromotor, aanslaan.

Boven de stekken is één sproeidop per kast voorzien en daaronder zijn 2 sproeidoppen per kast aangebracht. Al deze doppen zijn ketsdoppen met boring van 1 mm van het merk "Glentco" (van Deense oorsprong).

5.1.5.4. Elektrische uitrusting.

Alle elektrische regelapparaten zijn samen ondergebracht in één centrale regelkast (zie foto 9, 10 en 11).

Deze bevat 4 thermostaten met temperatuuraanduiding en regelknop voor de temperatuurregeling. De 4 thermostaten (zie foto 12) zijn door middel van een elektrisch geleidingskabeltje verbonden met 4 voelers, die zich elk in één der vergaarbakken bevinden, om er de temperatuur van het water te meten en te regelen. Anderzijds is elk der thermostaten via een elektromagnetische schakelaar verbonden met de primaire winding van een transformator. Deze vier transformatoren, die zich onderaan in de regelkast bevinden, zijn elk met hun secundaire winding, waarin een spanning van 24 Volt wordt voorgebracht, verbonden met de weerstandsdraden van de vier verwarmingsstenen van 250 Watt, die zich in de vier watervergaarbakken bevinden.

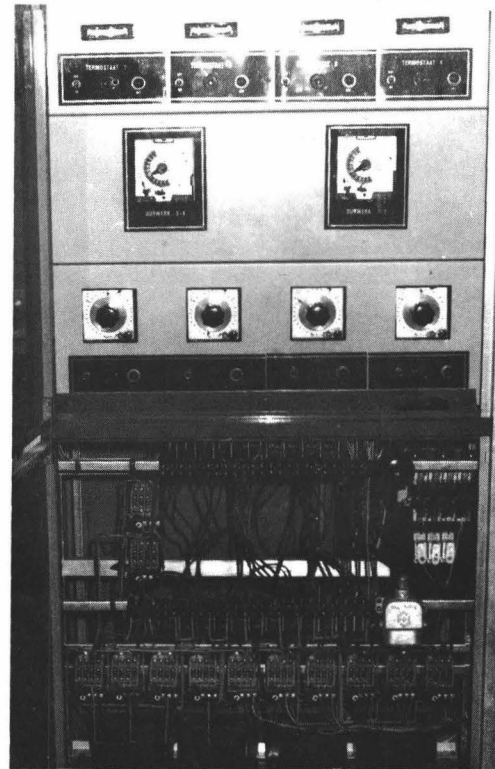


A

B

C

D



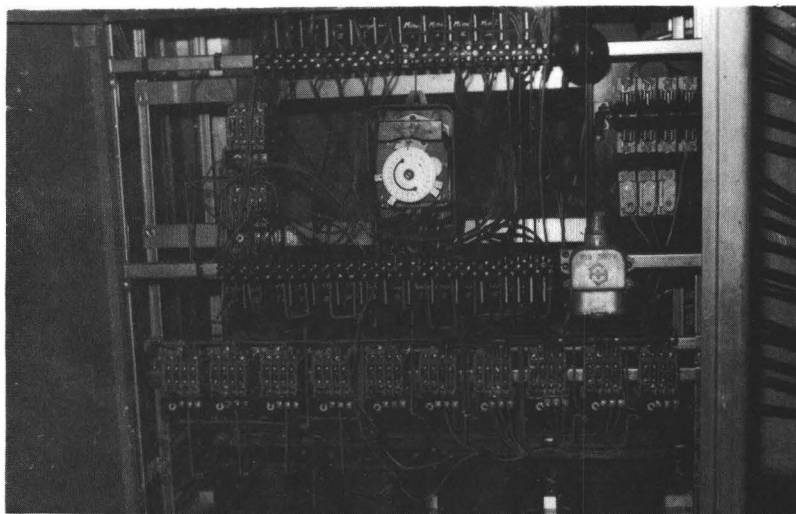
F

E

F

G

H



F

E

F

G

H

Foto 9 - 10 - 11 : Centrale regelkast voor het tweede stel proefkasten.

A : 4 thermostaten; bovenaan temperatuuraanduiding, onderaan regelknop.

B : 2 uurwerkschakelaars voor het kunstlicht.

C : 4 timers voor de waternevel; bovenaan regelen van tussentijd, onderaan regelen van sproeiduur.

D : Ruimte voor de schakelingen.

E.: Midden: bijgevoegde uurwerkschakelaar; rechts: hoofdschakelaar.

F : Klemmen voor de schakelingen voor het afregelen van iedere proef.

G : 12 elektro-magnetische schakelaars.

H : 4 transformatoren.



Foto 12

Thermostaat; bovenaan:temperatuur-aanduiding; onderaan: schakelaar, regelknop en controlelamp.

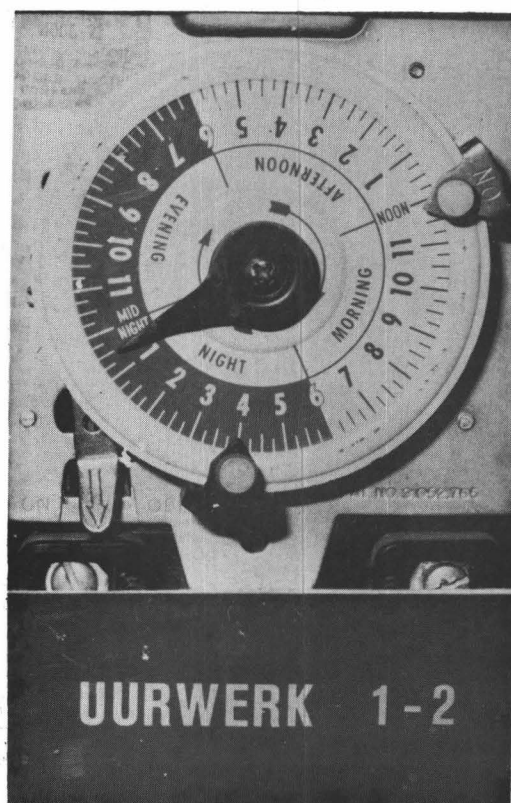


Foto 14

Timer voor de waternevel; bovenaan: regelknop voor de tussentijd; onderaan: schakelaar voor de sproeiduur en controlelamp.

Foto 13

Uurwerkschakelaar voor het kunstlicht en voor de ventilator van de lampenkoeling.



Twee uurwerkschakelaars (zie foto 13) met een plaat, die één omwenteling per 24 h maakt en waarop nokjes met minimale tussentijd van 2 h kunnen aangebracht worden, kunnen naar willekeur elk 1 of meer der 4 lampenstellen en/of de ventilator voor de lampenkoeling schakelen door middel van de nodige elektro-magnetische schakelaars.

Vier andere uurwerkschakelaars (zie foto 14) bevelen de werking der pompen en het sproeien van de waternevel. Hierbij is het instellen mogelijk van een tussentijd van 1 sec tot 30 h; de sproeiduur is regelbaar tussen 1 en 15 sec.

De onderste helft van de regelkast (zie foto 11) is bestemd voor alle transformatoren, schakelingen en magneetschakelaars. 32 gemakkelijk te bereiken schroefcontacten laten ons toe, de gewenste schakelings-combinaties vlug te verwezenlijken tussen de uurwerkschakelaars enerzijds en de lampen, de pompen en de ventilator anderzijds.

Aan de automatisatie werd veel aandacht besteed om met zo weinig mogelijk risico de proeven te kunnen uitvoeren. De resultaten, welke wij onder 5.2. beschrijven en bespreken, bewijzen dat wij in deze opzet geslaagd zijn.

5.1.6. Het aanleggen der stekproeven.

De proeven die wij onder 5.2. bespreken, zijn hoofdzakelijk in dit tweede stel proefkasten voor volledige waternevel aangelegd. Er worden evenwel nog enkele proeven besproken die met het eerste stel proefkasten werden uitgevoerd tijdens de bouw van het tweede stel. Bij laatstgenoemde proeven dient steeds rekening te worden gehouden met de ongelijkmatigheid van de temperatuur die moeilijk te vermijden was.

De proeven in onze tweede installatie werden alle zoveel mogelijk op dezelfde manier aangelegd. In de voormiddag werden de waterbakken, pompen en leidingen gespoeld vooraleer de nieuwe oplossing werd aangebracht. De regeltoestellen werden op de gewenste manier afgeregeld en de werking ervan werd getest. Na de middag werden de stekken gesneden en geplaatst (zie foto 15).

Het plaatsen der stekken gebeurde niet meer in plasticfolie zoals in onze eerste installatie. Ditmaal werden platen schuimplastiek



Foto 15
Het stekken.

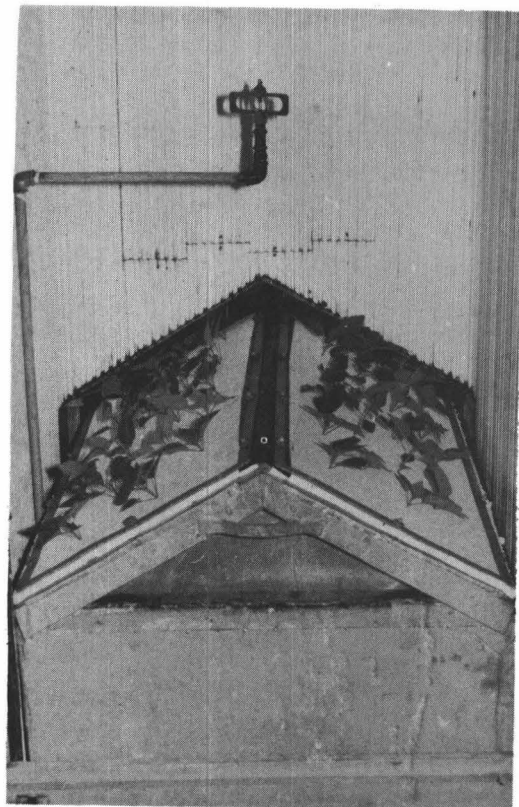


Foto 16
Het plaatsen der stekken in een
proefkast.

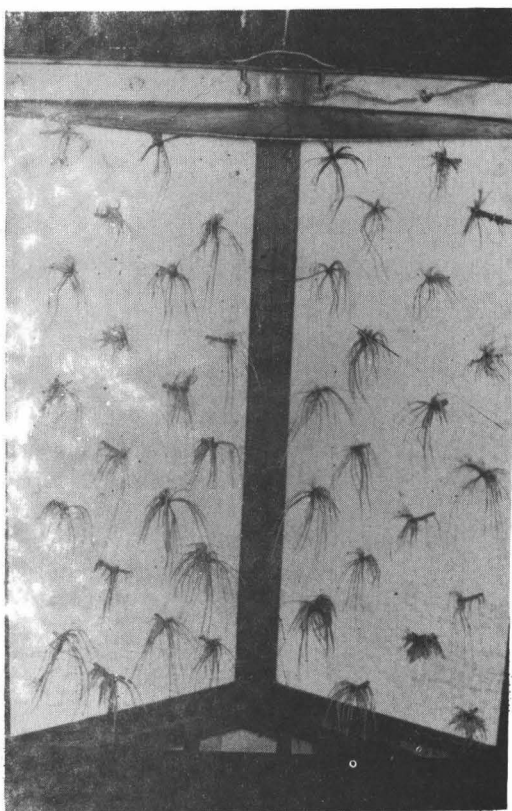


Foto 17
Raam met bewortelde stekken
van onderen gezien.



Foto 18
Het meten van de beworteling.

aangewend met een dikte van 10 mm, een breedte van 330 mm en een lengte van 720 mm (zie foto 16). Ze werden vastgeschroefd op de 2 schuine vlakken van een dakvormig metalen geraamte dat de op de ver-gaarbak voor de onderste waternevel in iedere proefkast kon geplaatst worden (zie foto 17). Juist onder de nok van dit dakvormig geraamte bevonden zich in iedere kast 2 sproeidoppen voor de onderste waternevel. Bij de constructie werd ervoor gezorgd dat het water voor de onderste en voor de bovenste besproeiing in een afzonderlijke kringloop kon gebracht worden.

Het gebruik van plasticfolie werd verlaten, omdat het niet mogelijk bleek de stekken daarin rechtop te plaatsen. Door zijdelingse belich-ting kromden de kruidachtige stengels aanzienlijk.

Een speciaal tafeltje werd ontworpen voor het meten van de bewor-teling, zonder dat hiertoe de schuimplastieken platen uit de dakvor-mige geraamten dienden verwijderd te worden (zie foto 18).

Uiteindelijk werd in dezelfde proefkelder een elektrisch water-distillatietoestel met een debiet van 8 l/h geplaatst terwijl in een reeks waterbakken de voedingsoplossingen konden bereid worden.

5.2. MOGELIJKHEDEN VOOR WETENSCHAPPELIJK ONDERZOEK MET VOLLEDIGE ----- WATERNEVEL. -----

In dit gedeelte willen wij bewijzen dat het mogelijk is, door de toepassing van de stekmethode die wij "stekken onder volledige water-nevel" genoemd hebben, de adventief-wortelvorming nauwkeuriger na te gaan, de invloed van verschillende factoren hierbij beter te onder-zoeken en hierdoor het inzicht in het vraagstuk van het bewortelen van stekken te verruimen.

Deze stelling leidden wij af uit de volgende feiten :

- Bij volledige waternevel onder kunstlicht zijn de belangrijkste factoren onafhankelijk van elkaar te beïnvloeden en te regelen wat bij de klassieke stekmethode niet het geval is. Er treden bijgevolg minder storende factoren op. Stekken onder waternevel in een sub-straat was reeds een eerste stap in die richting. Hierbij is het

immers reeds mogelijk te stekken onder hoge lichtintensiteit, zonder dat er schade optreedt wegens te hoge temperatuur of wegens waterverlies. Men bekomt bovendien minder schade door bladinfecties.

- Bij volledige waternevel wordt daarenboven het basisgedeelte van de stekken tegen infecties beschermd. Dit blijkt uit het feit, dat wij bij al onze proeven praktisch 100% beworteling bekwamen (de gevallen niet meegerekend waarin de uitwendige ^{factoren} waarden gekregen hadden die buiten hun minimum- of maximumgrens vielen).
- Volledige waternevel sluit de factor substraat uit, factor waarvan de invloed op de beworteling complex is en in de diverse gevallen als storend mag aangezien worden.
- Bij volledige waternevel is de waarneming van de beworteling uiterst eenvoudig en zonder nadelige gevolgen. De beworteling van eenzelfde stek kan herhaaldelijk gemeten worden, zonder de beworteling te schaden. Men kan als het ware de beworteling en wortelgroei de visu volgen.

5.2.1. Invloed van het water op de beworteling bij stekken onder volledige waternevel.

Wij willen hier vooral handelen over de kwantiteit, de kwaliteit en de manier van aanbrengen van het water bij volledige waternevel.

5.2.1.1. Waterhoeveelheden.

Slechts één proef werd hieromtrent aangelegd. De bedoeling was immers aan te tonen, dat een te grote hoeveelheid water versproeien geen belemmerende factor is bij volledige waternevel, terwijl dit bij waternevel met substraat wel het geval schijnt te zijn. Bij volledige waternevel, zonder steksubstraat, kan dit laatste niet te vochtig worden en zou een nadelige invloed van overtollige besproeiing veroorzaakt moeten worden door uitwassen van noodzakelijke of nuttige stoffen.

Daar deze proef met Salvia splendens SELLO 'Sint Jansvuur' uitgevoerd is (dus met stekken die zeer snel bewortelen) wil dit niet zeggen dat het eveneens zo is met andere planten (misschien wel onderhevig aan schadelijke uitwassingen) wier stekken langzamer inwortelen.

Wil men dit te weten komen, dan moet men voor iedere plant afzonderlijk een dergelijke proef aanleggen, wat wij niet gedaan hebben, omdat het een te omslachtig werk zou zijn en omdat dit buiten het programma van ons onderzoek viel.

In de 4 proefkasten zorgden wij voor de 4 mogelijke combinaties tussen veel en weinig waternevel, onder en boven de stekken. Om veel waternevel te bekomen, werd om de minuut, 15 sec gesproeid. Dit is ongeveer viermaal minder dan continu waternevel. Aangezien wij echter werken met sproeidoppen met groot waterdebiet, werd in feite een zeer grote hoeveelheid water versproeid.

Om weinig waternevel te bekomen sproeiden wij onder de stekken ieder 20 min, gedurende 2 sec; boven de stekken werd in dit geval om de 5 min, 4 sec sproeitijd voorzien.

De talrijke sproeibeurten gaven aanleiding tot mechanische wrijving. Dit was de oorzaak van waterverwarming, zodat de verwarmingsstenen niet in werking traden. Voor de thermisch goed geïsoleerde waterstroomkring van de onderste waternevel betekende dit een opwarming van het water tot 30° C. Begrijpelijkwijze was de temperatuur van de stekken in de verschillende percelen niet gelijk. Daar de temperaturen dicht bij het optimum voor de wortelaanleg liggen, zoals wij verder zullen zien, is hun invloed op de beworteling weinig merkbaar.

Per proefkast van de tweede installatie, brandden er 6 "Gro-lux"-lampen gedurende 12 h per dag en werden 40 stekken in schuimplastiek van 10 mm geplaatst.

De gemiddelde waargenomen temperaturen, de beworteling volgens de hoger beschreven methode uitgedrukt in gemiddelde bewortelingsklasse en de t-test zijn in tabel 10 vervat.

Uit deze proef mogen wij besluiten, dat bij Salvia splendens SELLO 'Sint Jansvuur' grote hoeveelheden waternevel geen merkbare nadelige invloed hebben op de beworteling bij toepassing van volledige waternevel. Het verschil tussen de resultaten in kast I en kast III is waarschijnlijk aan temperatuurverschillen te wijten.

Tabel 10 : Beworteling volgens proef met 4 x 40 Salvia splendens
 ----- SELLO op 11/10/1965 onder volledige waternevel gestekt,
 met veel tegenover weinig water.

=====					
A. Gegevens en waarnemingen					
Kunstlicht : 6 "Gro-lux"-lampen/kast (\pm 240 Watt/m ²): 12 h/dag.					
Proefkast :	I	II	III	IV	
Waternevel - boven :	veel	weinig	weinig	veel	
- onder :	weinig	weinig	veel	veel	
Gemiddelde temperatuur					
- boven :	26,0	24,9	26,9	26,9	
- onder	25,3	25,1	28,9	29,2	
Gemiddelde bewortelingsklasse					
- na 7 dagen :	8,93	7,93	7,23	7,55	

B. t-test :					
Proefkast :	I-II	II-IV	IV-III	I-IV	II-III I-III
Verskil in					
bewortelingsklasse :	1,00	0,38	0,32	1,38	0,70 1,70
t-waarde (berekend) :	1,25	0,47	0,40	1,72	0,87 2,12
Significant verschil :	geen	geen	geen	geen	geen licht
=====					

Hieruit blijkt tevens dat bij waternevel geen nadelig uitwassen uit onze proefplant plaats grijpt. De nadelige invloed van overtollige besproeiing bij het stekken onder waternevel met substraat is bijgevolg te wijten aan de aanwezigheid van te veel water in het steksubstraat.

De slechte beworteling en het overvloedig rotten bij onze oriënterende proeven onder waternevel met substraat onder kunstlicht, waarbij betrekkelijk veel diende gesproeid te worden wegens lage luchtvochtigheid, was blijkbaar eerder veroorzaakt door het te natte substraat, dan door het nadelig uitwassen van stoffen uit de stekken.

Aangezien een kwart minuut waternevel per minuut niet nadelig is bij volledige waternevel, leek het ons noodzakelijk bij de volgende

proeven zeker voldoende waternevel te geven en absoluut geen risico te lopen voor verwelking.

De ondervinding heeft ons immers geleerd dat, bij volledige waternevel, stekken die verwelkt waren (bijvoorbeeld door ze te laat te stekken of door verstopping van een sproeidop) veel kans hebben om door verrotting verloren te gaan.

Indien door dergelijke proeven kon bewezen worden, dat voor andere planten overtollige waternevel geen nadelige invloed op de beworteling van stekken heeft, zou het bij volledige waternevel overbodig zijn het aantal en de duur van de besproeiingen zo nauwkeurig te regelen als bij gewone waternevel. Dure regelapparaten zouden dan zelfs onder natuurlijk licht niet nodig zijn. Dit zou economisch voordelig zijn voor het geval dat volledige waternevel in de praktijk toepassingsmogelijkheden heeft. Hierop komen wij terug onder 5.3.

5.2.1.2. Het later in gang zetten van de onderste besproeiingen.

Zo lang de stekken over geen wortels beschikken, kan men zich afvragen, of de onderste besproeiingen, die de stekbasis bevochtigen, wel nodig zijn. Dat deze later noodzakelijk zijn, is vanzelfsprekend; bij verstopping van de onderste sproeidoppen duurt het slechts enkele uren vooraleer de jonge worteltjes verdroogd zijn. Tijdens de periode van wortelaanleg echter is dit zeker niet zo. Integendeel, men kan zich zelfs afvragen of het goed uitdrogen van de snijwonde geen voordeel zou bieden. Bij latexhoudende planten, bijvoorbeeld Ficus elastica ROXB., laat men de stekken 12 tot 24 h opdrogen, vooraleer men ze in het substraat plaatst; dit heeft het uitdrogen van de snijwonde en het verharden van de uitvloeiende latex tot doel.

Of het opdrogen van de snijwonde ook bij andere, niet latexhoudende planten, zoals Salvia splendens SELLO, gunstig is, hebben we onderzocht door de onderste sproeidoppen buiten werking te stellen gedurende de 4 eerste dagen, dat deze stekken onder volledige waternevel geplaatst waren. Deze techniek werd vergeleken met het besproeien, onder en boven, vanaf de eerste dag. Daarbij kwamen nog 2 combinaties, die erin bestonden de stekbasis 2 dagen droog te houden, namelijk de eerste 2 dagen of de 2 volgende dagen.

Dergelijke proef werd tweemaal aangelegd in het tweede stel proefkasten, een eerste maal met 4 x 40 Salvia-stekken, een tweede maal met 4 x 20 Salvia- en 4 x 20 Coleus-stekken. Er brandden per kast 6 "Gro-lux" - lampen 16 h per dag. Als sproeiwater werd een gebalanceerde voedingsoplossing gebruikt met een zoutconcentratie van 2,5 meq/l. Deze oplossing mag als optimaal voor de wortelvorming bij deze stekken aanzien worden, zoals we verder zullen zien.

De resultaten van beide proeven zijn vervat in de tabellen 11 en 12.

Tabel 11. : Beworteling volgens de proef met 4 x 40 stekken Salvia splendens SELLO, met droogteperiode aan de basis bij de aanvang van de proef op 24/1/1966 gestekt.

A. Gegevens en waarnemingen

Kunstlicht : 6 "Gro-lux"-lampen/kast (± 240 Watt/m²); 16 h/dag.

Proefkast :

Gemiddelde temperatuur (° C)	I	II	III	IV
- boven :	26,58	26,46	26,25	26,25
- onder :	26,00	26,33	25,96	26,04

Stekbasis

- de eerste twee dagen :	nat	droog	nat	droog
- de volgende twee dagen :	nat	nat	droog	droog

Gemiddelde bewortelingsklasse

- na 7 dagen :	15,75	15,43	15,08	14,35
----------------	-------	-------	-------	-------

B. t-test :

Proefkast	I-II	II-III	III-IV	I-III	II-IV	I-IV
Vershil in bewortelingsklasse :	0,32	0,35	0,73	0,67	1,08	1,40
t-waarde (berekend) :	0,50	0,50	1,11	1,02	1,63	2,12
Significant verschil :	geen	geen	geen	geen	geen	licht

Tabel 12. : Beworteling volgens de proef met 4 x 20 Salvia splendens
----- SELLO en 4 x 20 Coleus Blumei-hybriden , met droogteperio-
de aan de basis bij de aanvang van de proef, op 10/2/1966
gestekt.

A. Gegevens en waarnemingen :

Kunstlicht : 6 "Gro-lux"-lampen/kast (± 240 Watt/m²); 16 h/dag.

Proefkast :	I	II	III	IV
Gemiddelde temperatuur				
- boven (° C) :	25,25	25,05	24,80	24,70
- onder (° C) :	25,65	25,60	25,55	25,00
Stekbasis - de eerste 2 dagen :	nat	droog	nat	droog
- de 2 volgende dagen :	nat	nat	droog	droog
Gemiddelde bewortelingsklasse				
- <u>Salvia</u> na 7 dagen :	15,50	16,20	16,35	17,45
- <u>Coleus</u> na 7 dagen :	22,40	18,95	19,80	19,80

B. t-test Salvia :

Proefkast :	IV-III	III-II	II-I	IV-II	III-I	IV-I
Verskil in bewortelingsklasse :	1,10	0,15	0,70	1,25	0,85	1,95
t-waarde (berekend) :	0,75	0,10	0,48	0,85	0,58	1,33
Significant verschil :	geen	geen	geen	geen	geen	geen

C. t-test Coleus :

Proefkast :	I-III/IV	III/IV-II	I-II
Verskil in bewortelingsklasse :	2,60	0,85	3,45
t-waarde (berekend) :	2,52	0,82	3,34
Significant verschil :	licht	geen	zeer

Door het toepassen van deze droogteperiode bij de wortelaanleg aan de stekbasis hebben wij slechts een gering verschil kunnen aantonen bij Salvia splendens SELLO. Dat deze droogteperiode eerder nadelig werkt komt uit deze proeven niet heel klaar tot uiting.

Bij Coleus is dit verschil echter duidelijker en deze proef toont aan, dat de afwezigheid van dergelijke droogteperiode een gunstige invloed heeft op de beworteling. Het drogen van de snijwonde is hier waarschijnlijk ofwel nadelig, ofwel minder voordelig dan het vochtig houden van de stekbasis van in het begin der bewortelingsperiode. De eerste proef met Salvia wijst ook enigszins in diezelfde richting.

5.2.1.3. Druk waarmee de onderste waternevel aangebracht wordt.

De waternevel boven de stekken valt wegens de kleine druppeldiameter heel zacht op de bladeren. De onderste waternevel wordt integraal rechtstreeks op de stekbasis en later op de wortels versproeid. De eigenlijke wortel schijnt daar weinig nadeel van te ondervinden, althans bij oppervlakkige vergelijking. De teerdere wortelhaartjes ondergaan echter daarvan een duidelijke hinder. Zo viel ons vlug op dat de wortels der stekken, die het dichtst bij de sproeidoppen geplaatst zijn, duidelijk minder en kortere wortelhaartjes bezitten dan de andere, die eerder door wervelend water besproeid worden.

Anderzijds konden wij opmerken, dat de aanwezigheid van veel en lange wortelhaartjes geen merkbare invloed had op de groei van uitgeplante stekken. Dit kan verklaard worden door aan te nemen, dat alle wortelhaartjes bij het planten der gewortelde stekken verloren gaan.

Een andere vraag is, of de wortelgroei tijdens de bewortelingsperiode onder volledige waternevel soms geen hinder ondervindt van de druk waarmee de onderste waternevel versproeid wordt.

Op 4 februari 1965 legden wij een proef aan in het eerste stel proefkasten, waarbij de druk in de hydrofoorgroep, die de onderste waternevel in de kasten I en II in werking stelt, in verhouding laag was tegenover de druk in de andere hydrofoorgroep. De pressostaat voor de lagere druk was afgeregeld tussen 0,75 en 1,50 ato; die voor de hogere druk, tussen 3 en 4 ato. In de proefkasten I en IV werd het

sproeiwater door middel van elektrische weerstandsdraden onder laagspanning, op een temperatuur van 30° C gebracht. Aldus bekwam men in die kasten een hogere temperatuur aan de stekbasis dan in de andere twee kasten.

Als proefplant werd Salvia splendens SELLO, 'Sint Jansvuur' genomen, 40 stekken per kast, waarin telkens 4 TL-lampen, 12 h/dag brandden. Uit de bekomen beworteling, die samen met de t-test in tabel 13 en in figuur 16 opgenomen is, kan men besluiten dat de aanleg der wortels (die door de temperatuur bepaald wordt) niet door de sproeidruk beïnvloed wordt; de eerste wortelaangroei daarentegen, is duidelijk trager bij hogere sproeidruk.

Daar het aanbrengen van de waternevel op de stekbasis beter bij lagere druk gebeurt, hebben wij nadien nog 2 andere methoden vergeleken, waarbij de waterfilm eerder zonder druk, doch heel zacht aangebracht wordt.

Door een centrifugale waterverstuiver onder de plastickegels van ons eerste stel proefkasten gedurende een voldoende lange tijd te doen werken, wordt op zachte wijze een waterfilm op de stekbasis aangebracht.

De tweede methode bestond uit het eenvoudig opwarmen van het water, dat onder de plastickegel staat. Daar boven de stekken de temperatuur iets lager is dan de temperatuur eronder, vormt er zich condensatiewater tegen de plastic en tegen de stekbasis. Het verschil met waternevel is hier dat het water niet afvloeit, vermits hiertoe niet voldoende condensatie gebeurt.

POTTER (1936), STOUTEMEYER (1936) en OPLT (1959) beschrijven proefnemingen, waar bij de stekbases analoge omstandigheden voorkwamen.

In de vierde proefkast werd eveneens een waterverstuiver geplaatst, doch zonder verwarming.

Tabel 13. : Beworteling volgens de proef met 4 x 40 Salvia splendens
 ----- SELLO, met verschillende sproeidrukken onderaan en ver-
 schillende temperaturen op 4/2/1965 gestekt.

A. Gegevens en waarnemingen :				
Kunstlicht : 4 TL-lampen/kast (\pm 160 Watt/m ²); 12 h/dag.				
Proefkast :	I	II	III	IV
Gemiddelde temperatuur				
- boven (° C) :	21,0	19,0	18,5	20,5
- onder (° C) :	24,25	19,38	18,45	24,98
Sproeidruk onderaan (ato):	0,75-1,5	0,75-1,5	3-4	3-4
Bewortelingsklasse				
- na 8 dagen :	5,28	1,40	0,28	4,78
- na 11 dagen :	14,43	11,95	7,15	12,13
B. t-test :				
Proefkast :	I-IV		IV-II	II-III
Temperatuurverschil (° C) (*) :	-0,11		3,55	0,71
Verschil in bewortelingsklasse na 8 dagen :	0,50		3,38	1,12
t-waarde (berekend) :	1,31		8,85	2,93
Significant verschil :	neen		ja, zeer	ja
Verschil in bewortelingsklasse na 11 dagen :	2,30		0,18	4,80
t-waarde (berekend) :	2,82		0,30	7,97
Significant verschil :	ja		neen	ja, zeer

(*) Voor dit temperatuurverschil te berekenen werd de gemiddelde temperatuur bepaald tussen de temperatuur boven en onder de plasticfolie.

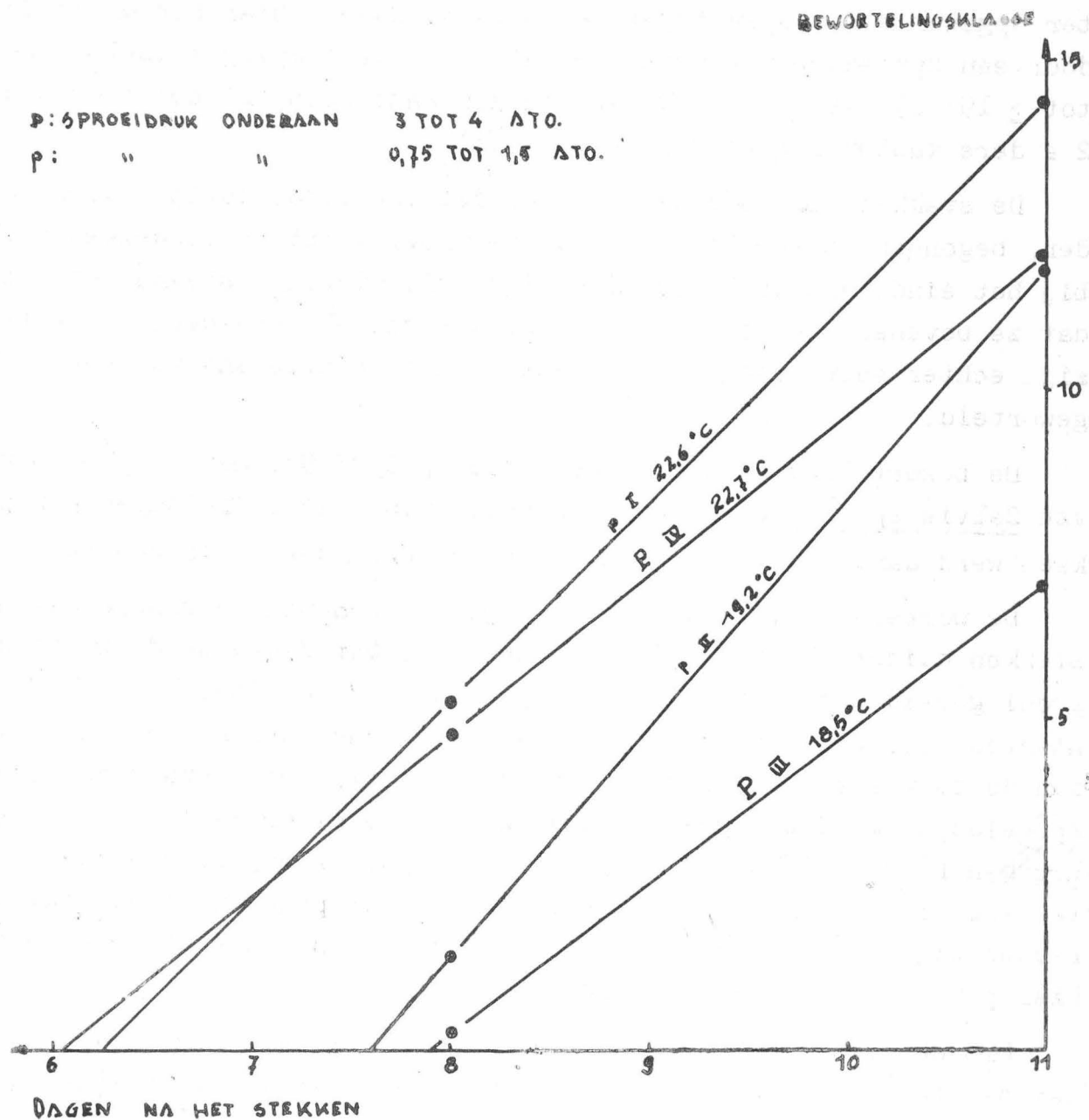


Fig: 16: BEWORTELING IN FUNCTIE V/D TIJD BIJ VERSCHILLENDE SPROEID-
 DRUKKEN ONDERAAN EN VERSCHILLENDE TEMPERATUREN VOLGENS
 DE PROEF MET SALVIA SPLENDENS SELLO OP 4/21'65
 ONDER VOLLEDIGE WATERNEVEL GESTEKT

Het water in de cylindervormige metalen vergaarbak van de twee proefkasten met verwarming werd op een temperatuur van 30° C gehouden. De waterverstuivers werden om de 20 min voor 25 sec in werking gesteld. In de proefkast met volledige waternevel werd het sproeiwater opgewarmd zoals we hoger beschreven. Daar echter het water dat door een sproeidop versproeid wordt, door verdamping afkoelt (in casu tot $\pm 19^{\circ}$ C) zaten de stekbases in die kast iets frisser dan in de 2 andere kasten met verwarming.

De stekken die onderaan door middel van condensatie bevochtigd werden, begonnen de eerste dagen van de proef licht te verwelken telkens bij het einde van de belichtingstijd, dit niettegenstaande het feit dat ze bovenaan om de 15 min, 3 sec waternevel ontvingen. Deze stekken zijn echter zeer vroeg en eveneens, zoals in alle andere proeven 100% geworteld.

De beworteling in deze proef, die op 5/3/1965 met 4 x 40 stekken van Salvia splendens SELLO onder belichting van 4 TL-lampen per proefkast werd aangelegd, is in tabel 14 en in figuur 17 voorgesteld.

De wortels in de proefkasten I en II begonnen de tiende dag na het stekken duidelijk verrotting te vertonen. Dat daardoor de wortelaangroei geremd werd, is duidelijk op figuur 17 te zien. De verklaring hiervoor zochten wij in het feit, dat bij deze stekken de waterfilm aan de stekbases minder ververst werd dan bij het gebruik van een sproeidop. Om in het geval van de waterverstuiver meer water te gebruiken hebben wij de tussentijd tussen twee werkperioden van de waterverstuiver verkort. De methode zonder versproeien of verstuiven hebben wij in een volgende proef ook enigszins trachten te verbeteren; hierop komen wij dadelijk terug.

Uit de resultaten van de beschreven proef valt verder vooral op, dat de aanvang van beworteling in verband staat met de temperatuur. Dit is de reden waarom de beworteling in proefkast IV, en nog meer in proefkast III, aanvankelijk geringer is dan in de proefkasten met hogere temperatuur aan de stekbases. Achteraf loopt de beworteling in de proefkast met onderaan een sproeidop en verwarmd sproeiwater deze beide in, daar ze niet door verrotting geremd wordt.

Tabel 14. : Beworteling volgens de proef met 4 x 40 Salvia splendens
 ----- SELLO, met verschillende methoden om de onderste water-
 nevel aan te brengen, op 5/3/1965 gestekt.

A. Gegevens en waarnemingen :				
Kunstlicht : 4 TL-lampen/kast (± 160 Watt/m ²); 12 h/dag.				
Proefkast :	I	II	III	IV
Gemiddelde temperatuur :				
- boven (° C) :	20,75	20,25	17,50	19,00
- onder (° C) :	24,33	24,30	17,50	22,65
Waternevel onder :	verstuiver	condensatie	ver-	sproeidop
methode van aanbrengen :			stuiver	
Bewortelingsklasse				
- na 7 dagen :	7,23	5,95	0	1,43
- na 10 dagen :	12,43	10,03	4,98	10,33
B. t-test :				
Proefkast :	I-II	II-IV	IV-III	
Temperatuurverschil (° C) :	0,26	1,45	3,32	
Vershil in bewortelingsklasse, na 7 dagen :	1,28	4,52	1,43	
t- waarde (berekend) :	1,99	7,03	3,58	
Significant verschil :	neen	ja, zeer	ja, zeer	
Proefkast :	I-IV	IV-II	II-III	
Temperatuurverschil (° C) :	1,71	-1,45	4,77	
Vershil in bewortelingsklasse na 10 dagen :	2,10	0,30	5,55	
t-waarde (berekend) :	3,10	0,44	8,18	
Significant verschil :	ja, zeer	neen	ja, zeer	

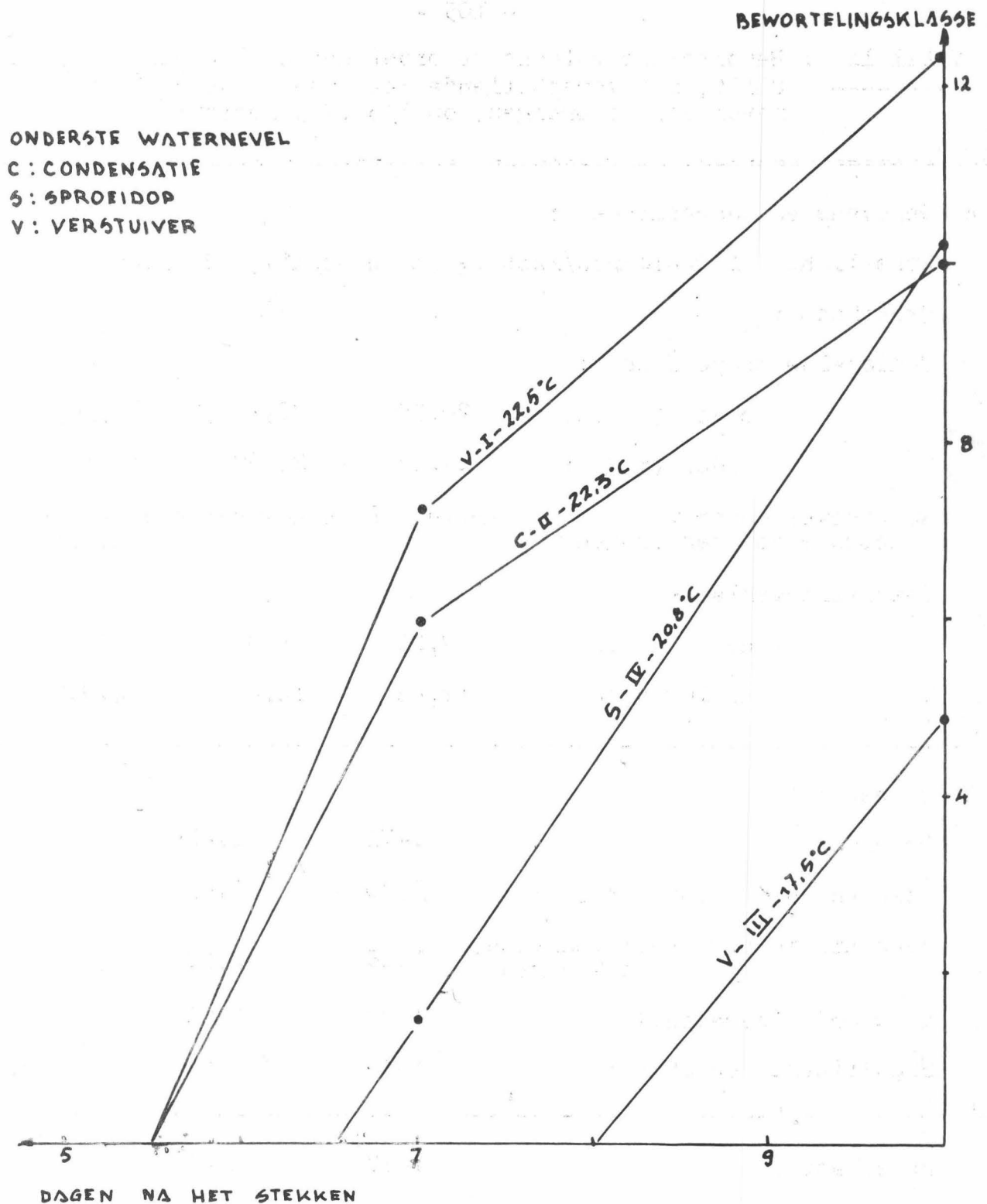


Fig: 17: BEWORTELING IN FUNCTIE V/D TIJD BIJ VERSCHILLENDE METHODEN VAN AANBRENGEN VAN DE ONDERSTE WATERNEVEL EN BIJ VERSCHILLENDE TEMP. VOLGENS DE PROEF SALVIA SPLENDENS SELLO. OP 5/3/'65 ONDER VOLLEDIGE WATERNEVEL GESTEKT

Bij de volgende proef werd opnieuw een waterverstuiver gebruikt, doch zijn werkingsduur werd verhoogd door kortere tussentijden, namelijk 10 minuten in plaats van 15. Een hogere watertemperatuur werd ingesteld. Dit was ook het geval in 2 kasten zonder sproeiers of verstuivers. Hierdoor trachtten wij de hoeveelheid condensatiewater te verhogen, opdat ook hier een waterverversing zou geschieden. Overigens waren de gegevens voor de proef die op 17/3/1965 begon, dezelfde als bij de zoëven beschrevene.

De resultaten (zie tabel 15 en figuur 18) wijzen er op dat de bekomen temperaturen boven het optimum lagen, aangezien de beworteling geringer is dan bij de te vergelijken percelen uit voorgaande proef. Bij de vergelijking tussen de resultaten van verschillende proeven, maken wij de nodige reserve. Wij hebben echter ondervonden dat Salvia splendens SELLO bij stekproeven onder identieke omstandigheden, in zekere mate resultaten geven, die kunnen vergeleken worden met stekken die geen duidelijk verschil in kwaliteit vertonen.

Verder blijkt uit de resultaten van deze proef, dat bevochtigen van de stekbasis door middel van een sproeidop of door middel van een waterverstuiver, die voldoende werkt, een onderling vergelijkbare beworteling geeft. Bevochtiging door condensatie blijkt onvoldoende te zijn. De stekken uit beide percelen gingen namelijk, nog vóór het inwortelen, aan hun snijwonde rotten, zodat de beworteling, die zelf ook rap verrotting vertoonde, hogerop aan een volgende knoop ontstond. Er werd hier ook bladval opgemerkt.

Om zekerheid te hebben dat, wat de onderste waternevel betreft, versproeien evenwaardig is aan voldoende verstuiven, werden nog twee proeven daaromtrent aangelegd.

Bij een eerste proef werd een zeker verschil in beworteling waargenomen, waarbij, mits een risico van 5%, de beworteling in proefkast IV geringer was, om een niet te verklaren reden. Wij nemen aan dat dit een toevallig verschil is.

De resultaten van deze proeven, die op 31/3 en op 14/4/1964 werden aangelegd, zijn vervat in de tabellen 16 en 17 en grafisch voorgesteld in de figuren 19 en 20.

Tabel 15. : Beworteling volgens de proef met 4 x 40 Salvia splendens
----- SELLO, met verschillende methoden om de onderste water-
nevel aan te brengen, op 17/3/1965 gestekt.

A. Gegevens en waarnemingen :				
Kunstlicht : 4 TL lampen/kast (± 160 Watt/m ²); 12 h/dag.				
Proefkast :	I	II	III	IV
Gemiddelde temperatuur				
- boven (° C) :	22,38	22,13	22,63	23,08
- onder (° C) :	26,66	26,60	29,94	27,17
Waternevel, onder, methode van aanbrengen :	ver- stuiver	conden- satie	conden- satie	sproei- dop
Bewortelingsklasse				
- na 8 dagen :	6,47	0,75	0,22	5,34
- na 12 dagen :	14,56	8,56	7,18	13,06
B. t-test				
Proefkast :	I-IV	IV-II	II-III	
Temperatuurverschil (° C) :	-0,41	0,76	-1,92	
Verschil in bewortelingsklasse				
- na 12 dagen :	1,50	4,41	1,47	
t-waarde (berekend) :	1,85	5,41	1,82	
Significant verschil :	neen	ja, zeer	neen	

ONDERSTE WATERNEVEL :

C : CONDENSATIE

S : SPROEIDOP

V : VERSTUIVER

BEWORTELINGSKLASSE

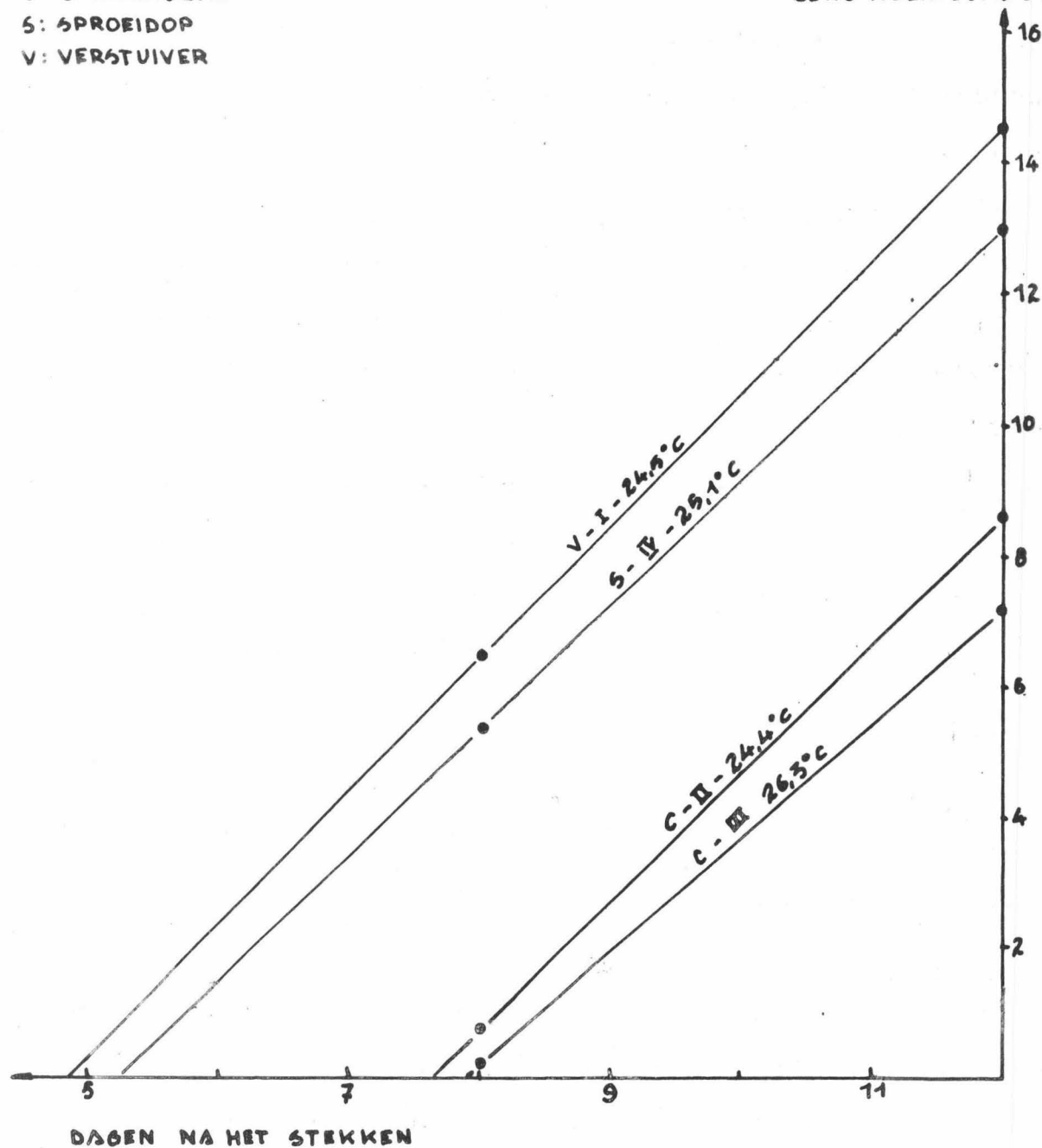


Fig: 18:

BEWORTELING IN FUNCTIE V/D TIJD BIJ VERSCHILLENDE
METHODEN VAN AANBRENGEN V/D ONDERSTE WATERNEVEL
VOLGENS DE PROEF MET SALVIA SPLENDENS SELLO OP 17/3/'69
ONDER VOLLEDIGE WATERNEVEL GESTEKT

Tabel 16. : Beworteling volgens de proef met 4 x 40 Salvia splendens
 ----- SELLO, met verstuiver tegenover sproeidop voor de onderste
 waternevel, op 31/3/1965 gestekt.

A. Gegevens en waarnemingen :						
Kunstlicht : 4 TL-lampen/kast (<u>±</u> 160 Watt/m ²); 12 h/dag.						
Proefkast :	I	II	III	IV		
Gemiddelde temperaturen						
- boven (° C) :	22,33	21,00	21,67	22,17		
- onder (° C) :	26,88	24,96	26,68	25,11		
Onderste waternevel :	ver- stuiver	ver- stuiver	sproei- dop	sproei- dop		
Bewortelingsklasse						
- na 7 dagen :	4,25	3,75	4,23	4,58		
- na 12 dagen :	14,95	15,45	15,13	13,45		

B. t-test na 7 dagen : nergens een significant verschil aan te tonen.						

C. t-test na 12 dagen :						
Proefkast :	II-III	III-I	I-IV	II-I	III-IV	II-IV
Temperatuurverschil (° C) :	-1,20	-0,43	0,97	-1,63	0,54	-0,66
Vershil in bewortelingsklasse :	0,32	0,18	1,50	0,50	1,68	2,00
t-waarde (berekend) :	0,42	0,23	1,95	0,65	2,18	2,60
Significant verschil :	neen	neen	neen	neen	ja	ja

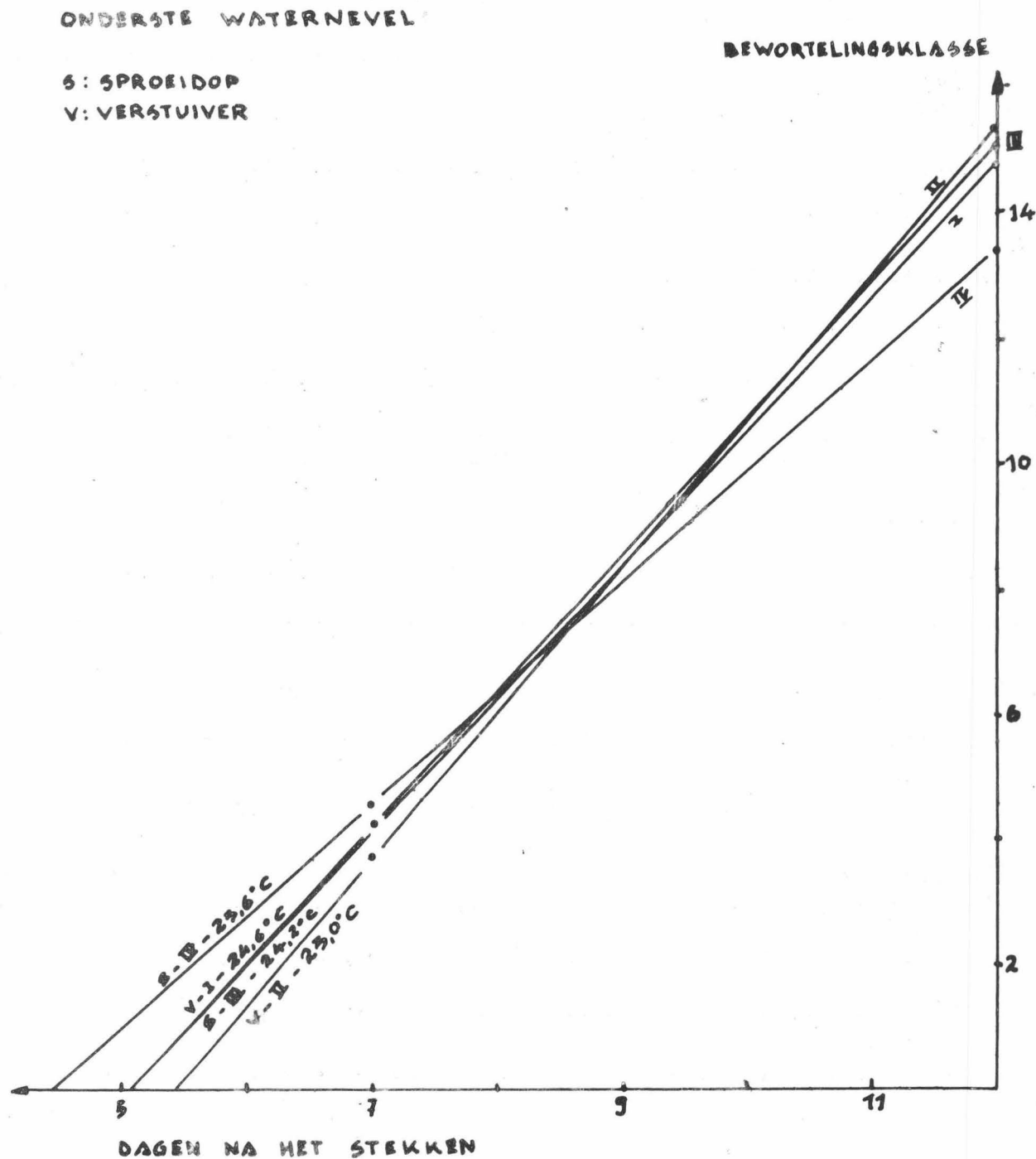


Fig: 10: BEWORTELING IN FUNCTIE V/D TIJD BIJ VERSCHILLENDE
METHODEN VAN AANBRENGEN V/D ONDERSTE WATERNEVEL
VOLGENS DE PROEF MET SALVIA SPLENDENS SELLO.
OP 31/3/65 ONDER VOLLEDIGE WATERNEVEL GESTEKT

Tabel 17. : Beworteling volgens de proef met 4 x 40 Salvia splendens
 ----- SELLO, met verstuiver tegenover sproeidop voor de onderste
 waternevel, op 14/4/1965 gestekt.

A. Gegevens en waarnemingen :						
Kunstlicht : 4 TL-lampen/kast (± 160 Watt/m ²); 12 h/dag.						
Proefkast :	I	II	III	IV		
Gemiddelde temperaturen						
- boven (° C) :	20,00	19,50	19,50	20,00		
- onder (° C) :	23,00	22,13	22,38	23,13		
Onderste waternevel :	ver- stuiver	ver- stuiver	sproei- dop	sproei- dop		
Bewortelingsklasse						
- na 10 dagen :	9,83	9,23	10,50	10,45		

B. t-test :						
Proefkast :	III-IV	IV-I	I-II	III-I	IV-II	III-II
Temperatuurverschil (° C) :	-0,63	0,07	0,69	-0,56	0,75	0,13
Verskil in bewortelingsklasse :	0,05	0,62	0,60	0,67	1,22	1,17
t-waarde (berekend) :	0,08	0,95	0,92	1,03	1,88	1,95
Significant verschil :	neen	neen	neen	neen	neen	neen

ONDERSTE WATERNEVEL:

S : SPROEIDOP

V : VERSTUIVER

BEWORTELINGSKLASSE

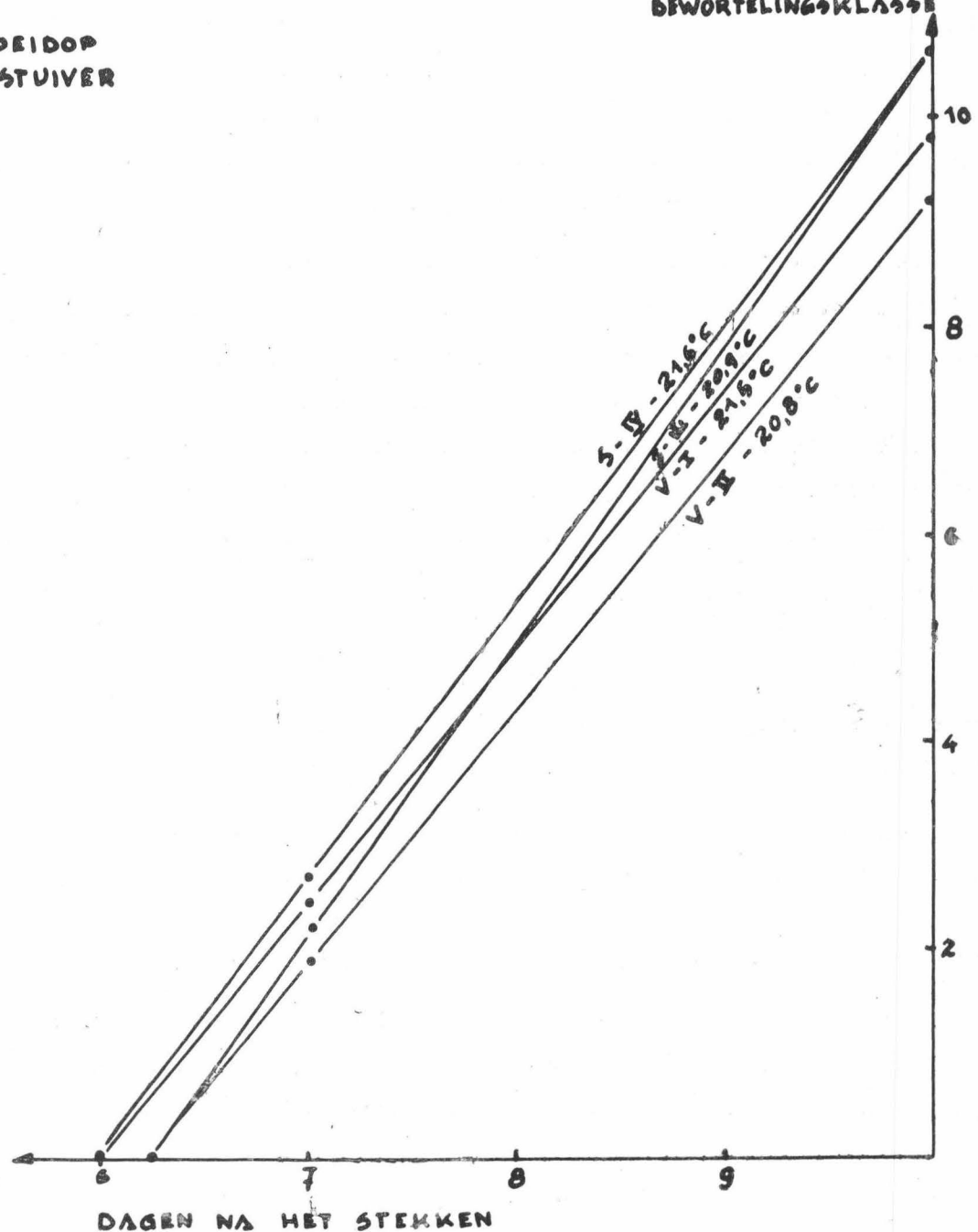


Fig: 20 : BEWORTELING IN FUNCTIE V/D TIJD BIJ VERSCHILLENDE
METHODEN VAN AANBRENGEN V/D ONDERSTE WATERNEVEL
VOLGENS DE PROEF MET SALVIA SPLENDENS SELLO.
OP 14/4/'65 ONDER VOLLEDIGE WATERNEVEL GESTEKT

Besluit : Bij het aanbrengen van de waterfilm op de basis van de stekken bij volledige waternevel, moet erop gelet worden dat er voldoende water met niet te hoge druk verdeeld wordt. Bij onvoldoende waterhoeveelheden treedt gemakkelijk verrotting op, aanvankelijk aan de snijwonde, later aan de jonge worteltjes. Wanneer, door te hoge druk bij het sproeien, het water te hard tegen de jonge worteltjes aankomt, wordt de wortelgroei duidelijk geremd.

Deze bevindingen gelden in ieder geval voor onze proefplant, Salvia splendens SELLO 'Sint Jansvuur'. Vooraleer deze regels op andere planten toe te passen, zou men moeten bewijzen dat ze algemeen geldend zijn. Daar het hier echter enerzijds een toepassing betreft van de desinfecterende werking van waternevel en anderzijds een gevolg van de structuur van de wortel, die voor vele planten gelijkaardig is, is het waarschijnlijk dat men gelijkaardige bevindingen ook met andere planten zou opdoen.

5.2.1.4. Het versproeien van oplossingen van voedingszouten en de invloed ervan op de beworteling van stekken.

Over de invloed van meststoffen op het inwortelen van stekken is in feite weinig onderzoekswerk verricht. Op dit feit wezen wij reeds onder 2.3.4.

Wegens het heterogeen karakter van de bodem wordt het theoretisch onderzoek omtrent de invloed van voedende elementen op de plantengroei, meestal verricht bij afwezigheid van een eigenlijke bodem, namelijk door middel van hydrocultuur of van grindcultuur.

Volledige waternevel is een stekmethode, waarbij eveneens geen eigenlijk substraat aanwezig is. Volledige waternevel is ten slotte hydrocultuur, bij het inwortelen van stekken. Het is dan ook logisch, het theoretisch onderzoek omtrent de invloed van voedende elementen op de beworteling van stekken, door middel van volledige waternevel te verrichten.

Om de toepassingsmogelijkheden hiervan te bewijzen werden enkele proeven aangelegd met stekken van Salvia splendens SELLO 'Sint Jansvuur' met verschillende concentraties en onderlinge verhoudingen van voedende elementen, aangebracht onder de vorm van een oplossing als sproeiwater bij volledige waternevel.

Dergelijk onderzoek omvat twee gedeelten. Vooreerst moet de optimale onderlinge verhouding van de voedende elementen bepaald worden en later de optimale zoutconcentratie. Dit werd grondig bestudeerd door HOMES (1953 en 1961), die voor de bepaling van de optimale verhouding van voedende elementen een nieuwe methode ontwierp. De "Methode der Systematische Varianten" zoals HOMES die noemt, heeft als voornaamste voordeel, dat door een gering aantal oplossingen van voedingszouten, op een bepaalde manier gekozen, met elkaar te vergelijken de optimale verhouding van een bepaald aantal voedende elementen kan bepaald worden. Zo bewees HOMES (1961) dat door de vergelijking van de opbrengst, bekomen met 7 verschillende oplossingen, het optimaal voedend complex kan berekend worden betreffende de 6 hoofdelementen der bemesting : N, S, P, K, Ca en Mg. Welke ionen, uitgedrukt in verhoudingen van equivalenten, elke oplossing moet bevatten, is in tabel 18 te vinden. Hoe wij die samenstellingen bekwamen door het oplossen van bepaalde hoeveelheden van verschillende verbindingen is vervat in tabel 19 en 20.

Voor het tweede gedeelte van dit onderzoek, namelijk het zoeken naar de optimale zoutconcentraties, moest aan de hand van de resultaten van het eerste gedeelte van dit onderzoek, een oplossing samengesteld worden, met verschillende voedende elementen in optimale onderlinge verhouding. Verschillende concentraties van deze ideale samenstelling werden dan onderling vergeleken en aan de hand van de resultaten hiervan konden wij de optimale zoutconcentratie vinden.

Tabel 18. : Samenstelling der 7 oplossingen, wat de onderlinge verhouding der ionen betreft, met het oog op de berekening van het optimaal voedend complex (volgens HOMES, 1961).

Benaming der oplossing	Verhouding in procenten van equivalenten van ionen					
	NO_3^-	$\text{SO}_4^{--} : 2$	$\text{PO}_4^{---} : 3$	K^+	Ca^{++}	Mg^{++}
N	33,3	11,1	11,1	11,1	22,2	11,1
S	11,1	33,3	11,1	11,1	22,2	11,1
P	11,1	11,1	33,3	11,1	22,2	11,1
K	11,1	22,2	11,1	33,3	11,1	11,1
Ca	11,1	22,2	11,1	11,1	33,3	11,1
Mg	11,1	22,2	11,1	11,1	11,1	33,3
M	11,1	22,2	33,3	11,1	11,1	11,1

Tabel 19. : Samenstelling der 7 oplossingen voor de methode der systematische varianten volgens HOMES, uitgaande van bepaalde verbindingen tot het bekomen der gewenste verhoudingen van ionen.

Behandeling	% equivalenten ionen						Verbinding
	NO_3^-	$\text{SO}_4^{--} : 2$	$\text{PO}_4^{---} : 3$	K^+	Ca^{++}	Mg^{++}	
N ===	11,1	11,1	11,1	3,7		11,1	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ KH_2PO_4 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ KNO_3 HNO_3
	22,2 7,4 3,7			7,4	22,2		
S ===	33,3	11,1	11,1	11,1	22,2	11,1	
		11,1	11,1	3,7 7,4		11,1	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ KH_2PO_4 KNO_3 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ HNO_3
P ===	7,4 22,2 3,7				22,2		
	11,1	33,3	11,1	11,1	22,2	11,1	
K ===		11,1	33,3	11,1		11,1	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ KH_2PO_4 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ CaO
	11,1				11,1 11,1		
K ===	11,1	11,1	33,3	11,1	22,2	11,1	
		7,4 14,8		14,8 11,1 7,4		7,4	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ K_2SO_4 KNO_3 K_2HPO_4 CaO MgO
Ca =====	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	
		11,1			11,1		$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ KNO_3 $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ CaO
Mg =====	11,1	22,2	11,1	11,1	33,3	11,1	
					7,4 3,7		$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ KNO_3 $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ CaO MgO
M ===	11,1	22,2	11,1	11,1	11,1	33,3	
		11,1	33,3	11,1		11,1	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ KH_2PO_4 H_2SO_4
	11,1	22,2	33,3	11,1	11,1	11,1	

Tabel 20 : Samenstelling der 7 oplossingen die gebruikt werden bij de stekproeven
 met Salvia splendens SELLO, onder volledige waternevel, volgens de methode
 der systematische varianten volgens HOMES.

Verbinding	geq/140 l.	mol/140 l.	mol/l l.	g/140 l.	g/l.	Behandeling
MgSO ₄ ·7H ₂ O	0,111	0,0555	0,000396	13,68	0,0976	N ===
KH ₂ PO ₄	0,111	0,0370	0,000264	5,04	0,0359	
Ca(NO ₃) ₂	0,222	0,1110	0,000793	26,21	0,1873	
KNO ₃	0,074	0,0740	0,000529	7,48	0,0535	
HNO ₃	0,037	0,0370	0,000264	0,33	0,0166	
					0,3909	
MgSO ₄ ·7H ₂ O	0,111	0,0555	0,000396	13,68	0,0976	S ===
KH ₂ PO ₄	0,111	0,0370	0,000264	5,04	0,0359	
KNO ₃	0,074	0,0740	0,000329	7,48	0,0535	
CaSO ₄ ·2H ₂ O	0,222	0,1110	0,000793	19,11	0,1365	
HNO ₃	0,037	0,0370	0,000264	2,33	0,0166	
					0,3401	
MgSO ₄ ·7H ₂ O	0,111	0,0555	0,000396	13,68	0,0976	P ===
KH ₂ PO ₄	0,333	0,1110	0,000793	15,11	0,0108	
Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O	0,111	0,0555	0,000396	13,11	0,0935	
CaO	0,111	0,0555	0,000396	3,11	0,0222	
					0,2241	
MgSO ₄ ·7H ₂ O	0,074	0,0370	0,000264	9,12	0,0650	K ===
K ₂ SO ₄	0,148	0,0740	0,000529	12,90	0,0922	
KNO ₃	0,111	0,1110	0,000793	11,22	0,0802	
K ₂ HPO ₄	0,111	0,0370	0,000264	6,44	0,0460	
CaO	0,111	0,0555	0,000396	3,11	0,0220	
MgO	0,037	0,0185	0,000132	0,75	0,0053	
					0,3109	
MgSO ₄ ·7H ₂ O	0,111	0,0555	0,000396	13,68	0,0976	Ca ====
CaSO ₄ ·2H ₂ O	0,111	0,0555	0,000396	9,56	0,0682	
KNO ₃	0,111	0,1110	0,000793	11,22	0,0802	
CaHPO ₄ ·2H ₂ O	0,111	0,0370	0,000264	6,97	0,0454	
CaO	0,148	0,0740	0,000529	4,15	0,0297	
					0,3211	
MgSO ₄ ·7H ₂ O	0,222	0,1110	0,000793	27,36	0,0195	Mg =====
KNO ₃	0,111	0,1110	0,000793	11,22	0,0802	
CaHPO ₄ ·2H ₂ O	0,111	0,0370	0,000264	6,37	0,0454	
CaO	0,037	0,0185	0,000132	1,04	0,0074	
MgO	0,111	0,0555	0,000396	2,24	0,0160	
					0,1685	
MgSO ₄ ·7H ₂ O	0,111	0,0555	0,000396	13,68	0,0976	M ===
Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O	0,111	0,0555	0,000396	13,11	0,0935	
KH ₂ PO ₄	0,333	0,1110	0,000793	15,11	0,0108	
H ₂ SO ₄	0,111	0,0555	0,000396	5,44	0,0388	
					0,2407	

Tabel 21. : Samenstelling van twee oplossingen met gelijke verhouding van voedende elementen,
 ----- doch met verschillende totale zoutconcentratie.

Behandeling	NO_3^-	$\text{SO}_4^{--} : 2$	$\text{PO}_4^{---} : 3$	K^+	Ca^{++}	Mg^{++}	Verbinding	geq/140 l	mol/140 l	mol/l	g/140 l	g/l
3,5	16,5	16,5	16,5	16,5	5,5 11,0	16,5	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,165	0,0825	0,000589	20,34	0,1452
							KNO_3	0,165	0,1650	0,001179	16,68	0,1192
							$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	0,165	0,0275	0,000196	6,93	0,0494
							CaO	0,110	0,0550	0,000393	3,08	0,0220
	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5						0,3358
0,35	16,5	16,5	16,5	16,5	5,5 11,5	16,5	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,0165	0,00825	0,0000589	2,034	0,01452
							KNO_3	0,0165	0,01650	0,0001179	1,668	0,01192
							$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	0,0165	0,00275	0,0000196	0,693	0,00494
							CaO	0,0110	0,00550	0,0000393	0,308	0,00220
	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5						0,03358

Bij de uitvoering van dit onderzoek ondervonden wij wel enkele moeilijkheden. Wij beschikten namelijk niet over de nodige installatie, om de 7 verschillende oplossingen, voor het eerste gedeelte van het onderzoek, in één proef te vergelijken. Wij konden telkens slechts 2 verschillende oplossingen gebruiken. Daardoor waren wij genoodzaakt de 7 oplossingen in 4 proeven met elkaar te vergelijken. Alhoewel wij de factoren licht en temperatuur voldoende beheersten om vergelijkbare proeven aan te leggen, kon het wel gebeuren, dat verschillen in kwaliteit der stekken, wegens verschillende omstandigheden waarin de moederplanten gekweekt werden, het resultaat gevoelig zouden beïnvloeden.

Daar echter de proeven tijdens de maand november werden genomen, zodat de lichtomstandigheden waarbij de stekken op de moederplanten werden gevormd eerder in geringe mate verschillen en daar anderzijds de moederplanten in een gematigde serre werden gekweekt met gelijkmatige temperatuur, konden wij hopen, dat deze invloed op de adventief wortelvorming eerder klein zou zijn. Tevens werd er ook op gelet stekken van gemiddelde grootte te nemen die in verschillende proeven van vergelijkbare kwaliteit waren.

Om echter bij een duidelijk afnemende of toenemende bewortelingsgeschiktheid der stekken eventueel rekening te kunnen houden, werd vóór en na deze proeven, een proef met gelijkmatige omstandigheden aangelegd.

Daar dergelijke proeven met voedingsoplossingen en hun invloed op de beworteling ontbreken, wisten we niet welke orde van grootte van zoutconcentratie wij hierbij het best zouden gebruiken. Om die reden werden er bij de eerste controleproef twee zoutconcentraties gebruikt, namelijk 0,35 en 3,5 meq/l of 0,0336 en 0,336 g/l. Daarbij werden gelijke hoeveelheden, in equivalenten uitgedrukt, van de zes ionen der voedende elementen gebruikt. De samenstelling van deze twee oplossingen is in tabel 21 vervat, evenals de hoeveelheid der verschillende verbindingen die werden aangewend om de 140 liter oplossing te bekomen die voor iedere proef nodig was. Als oplosmiddel werd gedistilleerd water gebruikt. Bij deze proeven, alsook bij alle volgende proeven met voedingsoplossing werd eenzelfde mengsel sporenelementen toegevoegd. De samenstelling en de gebruikte concentratie ervan is in tabel 22 te vinden.

Tabel 22. : Sporenelementen, bij alle proeven met voedingsoplossingen
----- gebruikt.

Per liter voedingsoplossing :		
Ferrosulfaat	$\text{FeSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	12,5 mg
Cuprisulfaat	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	10,- mg
Magnaansulfaat	$\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	7,5 mg
Borax	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	5,- mg
Natriummolybdaat	$\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	1,5 mg

Uit de eerste contrôleproef, die op 29/10/65 werd aangelegd en waarvan op 3/11 en op 5/11/1965 de beworteling werd gemeten, bleek dat een zoutconcentratie van 3,5 meq/liter duidelijk betere beworteling gaf dan een 10 maal minder sterke concentratie. Resultaten en t-test van deze proef zijn in tabel 23 samengebracht. Wij besloten dan, voor het onderzoek naar het bepalen van de optimale samenstelling van het voedend complex, eveneens een concentratie van ongeveer 3,5 meq/l aan te wenden voor de zeven oplossingen.

In de vier volgende proeven werden de 7 oplossingen volgens de "Methode der Systematische Varianten" volgens HOMES vergeleken. Iedere proef werd de vrijdag aangelegd en de metingen van de beworteling gebeurden telkens de volgende woensdag en vrijdag.

De resultaten (zie tabel 24) laten vermoeden dat de beworteling weinig beïnvloed wordt door de gebruikte oplossing, doch dat zij toeneemt met de tijd. De tweede contrôleproef, die samen met de oplossing M de laatste proef dezer 4 proeven uitmaakte, bevestigt dit vermoeden. Het resultaat van de eerste contrôleproef is 76,96% ten overstaan van de tweede die 4 weken later werd aangelegd. We menen dat wij met voldoende nauwkeurigheid mogen aannemen dat de toename in bewortelingsgeschiktheid der stekken lineair met de tijd verloopt. Indien wij vergelijkbare resultaten willen bekomen dienen wij een correctiefactor te gebruiken. Deze correctiefactor en de aldus omgerekende resultaten zijn in tabel 25 vervat.

Tabel 23. : Beworteling volgens de proef met 4 x 40 Salvia splendens
 ----- SELLO met 2 voedingsoplossingen met verschillende concen-
 tratie als volledige waternevel, op 29/10/1965 gestekt.

A. Gegevens en waarnemingen :				
Kunstlicht : 6 "Gro-lux"-lampen/kast (\pm 240 Watt/m ²); 16 h/dag.				
Proefkast :	I	II	III	IV
Concentratie waternevel				
- boven (meq/l) :	0,35	3,5	3,5	0,35
- onder (meq/l) :	3,5	3,5	0,35	0,35
Gemiddelde temperatuur (° C) :	24,75	24,90	25,05	25,20
Gemiddelde bewortelingsklasse				
- na 5 dagen :	2,13	2,63	1,15	1,25
- na 7 dagen :	11,23	12,03	8,63	8,60
B. t-test :				
Proefkast :	II-I	I-III	III-IV	
Verschil na 7 dagen				
(gemiddelde bewortelingsklasse) :	0,80	2,60	0,03	
t-waarde (berekend) :	1,54	5,00	0,06	
Significant verschil :	neen	ja, zeer	neen	

Tabel 24. : Beworteling volgens 4 proeven met voedingsoplossingen, met een concentratie van $\pm 3,5$ meq/l als waternevel, waarbij de onderlinge verhouding der voedingselementen verschillen (methode der systematische varianten naar HOMES). Voor de betekenis der symbolen zie tabel 19, 20 en 21. Telkens met 4 x 40 stekken van Salvia splendens SELLO.

Kunstlicht : 6 "Gro-lux"-lampen/kast (± 240 Watt/m ²); 16 h/dag.				
Proefkast :	I	II	III	IV
Gemiddelde temperatuur (° C) :	25,03	25,13	25,12	25,06
1. <u>Proef aangelegd op 5/11/65</u> :				
Behandeling waternevel: boven/onder :	N/N	S/N	S/S	N/S
Gemiddelde bewortelingsklasse				
- na 5 dagen :	0,53	0,48	1,55	1,05
- na 7 dagen :	11,63	11,33	12,45	10,68
t-test der resultaten na 7 dagen :				
Significant verschil indien dit groter is dan 1,46 (nergens)				
2. <u>Proef aangelegd op 12/11/65</u> :				
Behandeling waternevel: boven/onder	P/P	Ca/P	Ca/Ca	P/Ca
Gemiddelde bewortelingsklasse				
- na 5 dagen :	1,13	1,55	2,25	1,20
- na 7 dagen :	12,50	12,10	12,60	11,38
t-test der resultaten na 7 dagen :				
Significant verschil indien dit groter is dan 1,24 (nergens)				
3. <u>Proef aangelegd op 19/11/65</u> :				
Behandeling waternevel: boven/onder :	K/Mg	Mg/Mg	Mg/K	K/K
Gemiddelde bewortelingsklasse				
- na 5 dagen :	2,25	2,78	2,63	2,78
- na 7 dagen :	14,28	14,38	13,95	13,23
t-test der resultaten na 7 dagen :				
Significant verschil indien dit groter is dan 1,28 (nergens)				
4. <u>Proef aangelegd op 26/11/65</u> :				
Behandeling waternevel: boven/onder :	3,5/M	M/M	M/3,5	3,5/3,5
Gemiddelde bewortelingsklasse				
- na 5 dagen :	2,93	2,93	3,08	3,23
- na 7 dagen :	14,75	15,35	15,43	15,63
t-test der resultaten na 7 dagen :				
Significant verschil indien dit groter is dan 1,35 (nergens)				

Tabel 25. : Berekenen van vergelijkbare resultaten, voor de proeven
----- met verschillende verhoudingen aan voedende elementen.

Oplossing	datum aanleg	gemiddelde bewortelingsklasse	correctiefactor	vergelijk- baar resultaat
N	5/11/65	11,63	100/82,72	14,06
S	5/11/65	12,45	100/82,72	15,05
P	12/11/65	12,50	100/88,48	14,07
Ca	12/11/65	12,60	100/88,48	14,18
K	19/11/65	13,23	100/94,24	14,04
Mg	19/11/65	14,38	100/94,24	15,26
M	26/11/65	15,35	1	15,35

De t-testen, in tabel 24 vervat, leren ons dat er nergens significant verschil bestaat tussen de resultaten van een zelfde proef.

Significant verschil tussen twee resultaten, uitgedrukt in bewortelingsklasse, komt slechts voor als de t-waarde groter is dan 2, respectievelijk 2,7 bij een risico van 5%, resp. 1%. Bij deze proeven is de t-waarde gelijk aan 1 als het verschil in bewortelingsklasse tussen 0,6 en 0,7 ligt. Wanneer men resultaten uit verschillende proeven wil vergelijken, verhoogt dit onvermijdelijk het risico, of, wat daarmee samengaat, vermindert de t-waarde. Om werkelijke verschillen te kunnen bewijzen zal het hier nodig zijn dat deze groter zijn dan $2 \times 0,7$ of resp. $2,7 \times 0,7$.

Het grootste verschil tussen de vergelijkbare resultaten van deze reeks proeven is echter slechts 1,31 (dus kleiner dan 1,40).

Daar proeven waarbij telkens 40 waarnemingen met elkaar vergeleken worden geen duidelijke verschillen betreffende de invloed op de beworteling kunnen aantonen, mag men aannemen dat de optimale verhouding der zes voedende elementen deze is, waarbij zij alle zes, in equivalenten omgerekend, gelijkmatig aanwezig zijn. De fout die daarbij gemaakt wordt is te verwaarlozen.

Voor het bepalen van de optimale zoutconcentratie, hadden wij, zonder het te weten, reeds een geldige proef genomen; de proef namelijk op 29/10/65 aangelegd met zoutconcentraties van 3,5 en 0,35 meq/l. Daarbij was de concentratie 3,5 duidelijk beter.

Verder blijkt uit de proef op 26/11/65 aangelegd, dat een oplossing met zoutconcentratie van 3,5 meq/l., waarin de 6 voedende elementen gelijkwaardig aanwezig zijn, geen duidelijk betere invloed op de beworteling heeft dan een oplossing met ongeveer dezelfde concentratie, doch waarin de 6 voedende elementen ongelijkmatig aanwezig zijn. In de oplossing M immers is het ion PO_4^{--} : 3 driemaal en het ion SO_4^{--} : 2 tweemaal zo sterk vertegenwoordigd als de andere ionen. De aard van de oplossing heeft blijkbaar een geringe of geen invloed op de beworteling onder waternevel van stekken van onze proefplant.

De concentratie heeft wel een zekere invloed, zoals blijkt uit de proeven daaromtrent aangelegd, waarvan de resultaten en t-testen in tabel 26 samengevat zijn. Hieruit blijkt dat de concentratie 0,35 meq/l. duidelijk minder goed is dan de andere concentraties, doch dat tussen 2,5 en 10 meq/l. geen duidelijk verschil aan te tonen is. Hogere zoutconcentraties konden niet gebruikt worden, omdat sommige verbindingen niet meer oplosbaar bleken te zijn. In figuur 21 zijn de bekomen resultaten van de concentratie-proeven grafisch voorgesteld. Hieruit blijkt dat de optimale concentratie waarschijnlijk hoger dan 1 meq/l. ligt.

Anderzijds treedt er bij hogere concentraties aan voedingszouten meer ontwikkeling op van groene wieren op de wanden, sproeidoppen en andere toebehoren die met waternevel in aanraking komen en zich in het licht bevinden. Nooit hebben wij nadelige gevolgen daarvan voor onze proefplant en haar beworteling ondervonden, doch dit komt waarschijnlijk door het feit, dat de stekken op zeer korte tijd, namelijk na 7 dagen, reeds voldoende geworteld zijn, om van onder de waternevel weggehaald te worden. Het is niet uitgesloten, dat met andere planten, wier beworteling meer tijd vergt, dit wel nadelig zou zijn. Daarom is de zoutconcentratie best zo laag mogelijk. Anderzijds blijkt de beworteling niet trager te gebeuren met een zoutconcentratie tussen 1 en 2 meq/l. dan bij een hogere zoutconcentratie.

Tabel 26. : Beworteling volgens 3 proeven met voedingsoplossingen met
----- verschillende concentraties met equivalente hoeveelheden
van de zes hoofdvoedingselementen. Telkens met 4 x 40 stek-
ken van Salvia splendens SELLO.

Kunstlicht : 6 "Gro-lux"-lampen/kast ($\pm 240 \text{ Watt/m}^2$); 16 h/dag.				
Proefkast :	I	II	III	IV
Gemiddelde temperatuur ($^{\circ} \text{C}$) :	25,35	25,39	25,15	25,09
1. <u>Proef aangelegd op 29/10/65</u> :				
Concentratie waternevel:				
boven/onder (meq/l.) :	0,35/3,5	3,5/3,5	3,5/0,35	0,35/0,35
Gemiddelde bewortelingsklasse				
- na 5 dagen :	2,13	2,63	1,15	1,25
- na 7 dagen :	11,23	12,03	8,63	8,60
t-test der resultaten na 7 dagen :				
Zeer significant verschil indien dit groter is dan 1,40				
I en II zeer significant beter dan III en IV				

2. <u>Proef aangelegd op 6/12/65</u> :				
Concentratie waternevel :				
boven/onder (meq/l.) :	0,35/1	1/1	1/0,35	0,35/0,35
Gemiddelde bewortelingsklasse				
- na 5 dagen :	1,88	3,08	1,55	1,65
- na 7 dagen :	13,08	14,75	11,25	11,50
t-test der resultaten na 7 dagen :				
Zeer significant verschil indien dit groter is dan 1,79				
I en II zeer significant beter dan III en IV				

3. <u>Proef aangelegd op 31/12/65</u> :				
Concentratie waternevel:				
boven/onder (meq/l.) :	10/10	2,5/10	2,5/2,5	10/2,5
Gemiddelde bewortelingsklasse				
- na 5 dagen :	3,08	3,08	3,08	3,23
- na 7 dagen :	13,53	13,10	13,55	14,18
t-test de resultaten na 7 dagen :				
Significant verschil indien dit groter is dan 1,48 (nergens).				

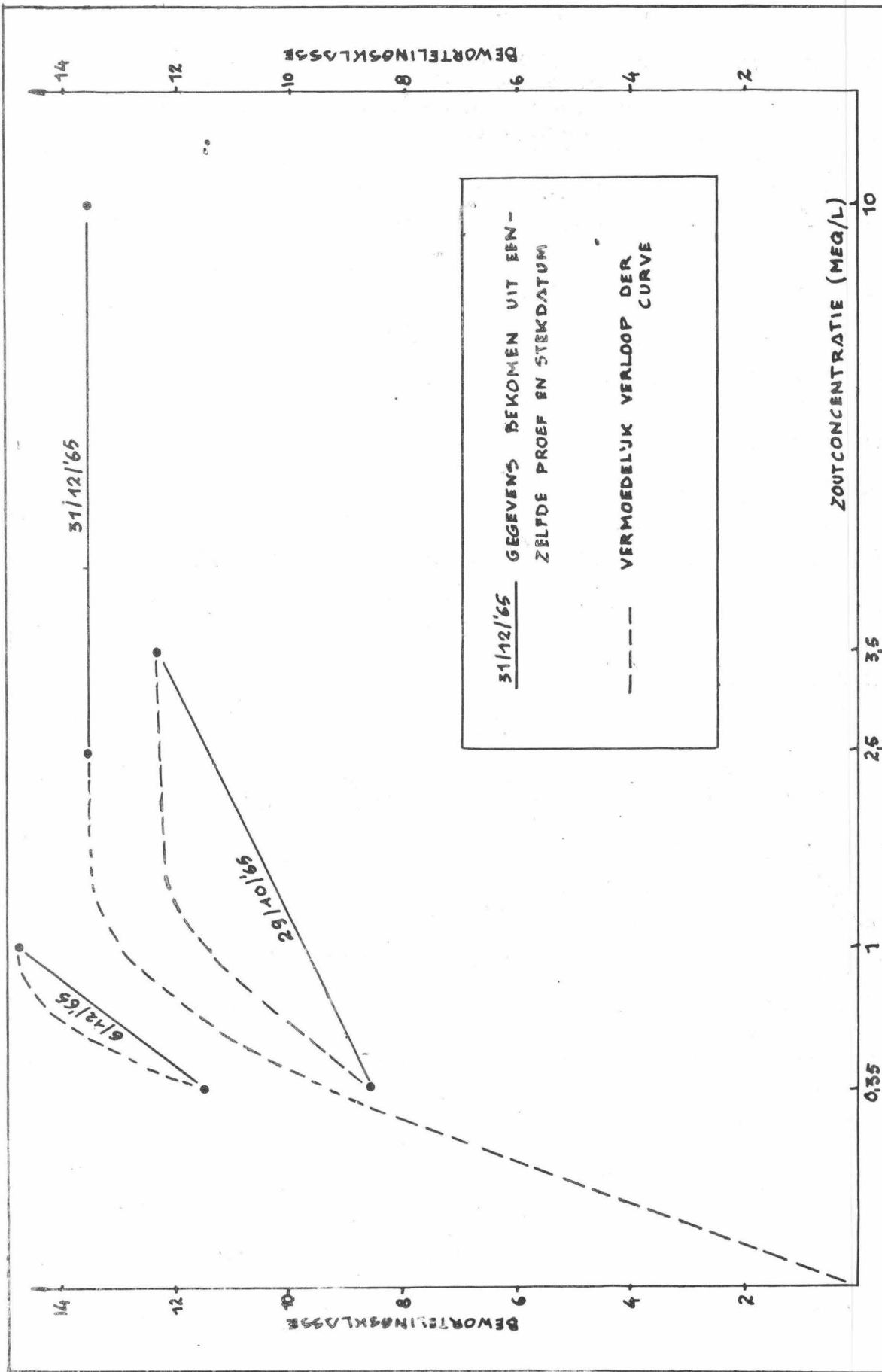


Fig: 21 BEWORTELING IN FUNCTIE V/D ZOUTCONCENTRATIE VOLGENS 3 PROEVEN MET SALVIA
SPENDENS SELLO. ONDER VOLLEDIGE WATERNEVEL GESTEKT

Wegens de manier waarop onze proefkasten geconstrueerd zijn, had men bij iedere proef 2 voedingsoplossingen, naast de 2 gewenste behandelingen (waarbij boven en onder dezelfde oplossing als waternevel versproeid werd) ook de 2 combinaties met een verschillende oplossing bovenaan en onderaan de stekken. Het valt op te merken, dat voor laatstgenoemde het gemiddeld resultaat iets lager ligt dan dit der behandelingen. Deze verschillen zijn echter zo gering, dat door toepassing van de t-test, zowel voor iedere proef afzonderlijk, als voor alle proeven samen, geen duidelijk verschil kan aangetoond worden. Dit geldt zowel voor de proeven betreffende de samenstelling van het voedend complex als voor de proeven betreffende de zoutconcentratie, zoals blijkt uit tabel 27.

Tabel 27. : Vergelijking tussen de gemiddelde resultaten van de percelen die boven en onder dezelfde oplossingen als waternevel kregen en deze waarbij verschillende oplossingen werden gebruikt.

Proef aangelegd op	Gebruikte oplossingen	Gemiddelde bewortelingsklasse na 7 dagen	
		Boven en onder zelfde oplossing als waternevel	Boven en onder verschillende oplossingen waternevel
29/10/65	3,5 en 0,35	10,31	9,93
5/11/65	N en S	12,04	11,01
12/11/65	Ca en P	12,55	11,68
19/11/65	Mg en K	13,80	14,11
26/11/65	M en 3,5	15,49	15,09
6/12/65	1 en 0,35	13,13	12,17
31/12/65	2,5 en 10	13,54	13,64
Gemiddelde tussen al deze proeven :		12,98	12,66
t-test voor deze gemiddelden :			
Significant verschil indien dit groter is dan 0,92			
12,98 - 12,66 = 0,32 is kleiner dan 0,92			
geen significant verschil.			

Alhoewel hier dus geen duidelijke verschillen kunnen aangetoond worden, valt het toch op dat dit voor 5 op 7 proeven geldt, zodat wij vermoeden, dat een stek bij volledige waternevel bij voorkeur onder en boven met dezelfde oplossing besproeid wordt.

Besluit.

Samenvattend kunnen wij de bespreking van deze proeven omtrent voedingsoplossingen besluiten door aan te nemen dat, tenminste voor onze proefplant, de samenstelling van het voedend complex, dat de 6 noodzakelijke elementen bevat, binnen de perken der beproefde verhoudingen, geen grote invloed heeft op de beworteling. Hieruit volgt dat evenveel equivalenten van elk element, veilig als de optimale samenstelling mag aangezien worden. De concentratie ervan belooft best iets meer dan 1 mili-equivalent per liter oplossing.

5.2.1.5. Suikeroplossing.

Bij de litteratuurstudie vonden wij, dat een paar auteurs proeven vermelden, waarbij een betere beworteling van stekken bekomen wordt door een behandeling met een suikeroplossing. Deze behandeling ging gepaard met een groeistoffenbehandeling.

STOUTEMEYER & BRITT (1962) werkte met eenoogstekken van Hedera canariensis WILLD. onder waternevel en vonden de beste beworteling na verwonding en I.B.A.*-behandeling aan een concentratie van 0,8% in talk of ethanol, wanneer de stekken met hun basis 24 h in een oplossing van 4% sucrose werden geplaatst. Een oplossing van 2% sucrose bracht geen voordeel bij (zie eveneens PENNOCK & MALDONADO, 1963).

Vroeger reeds hadden MACHOVEC & KOPEC (1957) hun bevindingen gepubliceerd, welke ze verkregen hadden aan de hand van chromatografische studies op stekken van enkele houtachtige planten, die al of niet met phytohormonen waren behandeld. Zo menen zij, dat het gemakkelijk of moeilijk bewortelen van kruidachtige stekken Rosa gallica L. 'Splendens' in verband te brengen is met de verhouding van monosachariden tot sucrose. Een goede beworteling tijdens de bloei gaat gepaard met een relatief hogere sucrose concentratie in het stengelweefsel.

* I.B.A. = *I*-indolboterzuur.

Tijdens de vorming der bottels is de concentratie aan monosacchariden relatief hoger en bewortelen de stekken minder gemakkelijk. Bij andere planten vonden deze onderzoekers analoge betrekkingen, die echter van plant tot plant en van variëteit tot variëteit verschillen vertoonden.

Hieruit blijkt, dat sucrose mogelijks een voorname rol speelt bij de adventief-wortelvorming. Daarom vroegen wij ons af, of stekken onder volledige waternevel soms geen voordeel zouden kunnen halen uit besproeiingen met een suikeroplossing. Wij legden dan ook op 14/12/1965 met stekken van Salvia splendens SELLO 'Sint Jansvuur' als proefobject, een proef aan, waarin wij een voedingsoplossing van 2 meq/l als volledige waternevel vergeleken met een oplossing waarin naast dezelfde hoeveelheden voedende elementen ook 2 g sucrose per liter aangebracht was. Sporenelementen waren aanwezig, zoals bij alle proeven met voedingsoplossingen. In de vier proefkasten van onze tweede installatie hadden wij de vier mogelijke combinaties met die 2 oplossingen.

De resultaten en t-test van deze proef is in tabel 28 vervat. Zij bewijzen geen significant betere beworteling bij toepassing van volledige waternevel, waarbij de voedingsoplossing aangevuld is met 2 gr/l sucrose. Er is wel verschil aan te tonen tussen het gemiddelde der beworteling in de twee kasten, waar op de bladeren een oplossing van voedingselementen en sucrose als waternevel werd aangebracht en het gemiddelde der 2 kasten, waar de bovenste waternevel enkel voedings-elementen bevatte.

Opnieuw vinden wij betere uitslagen indien er onder en boven dezelfde oplossing als waternevel gebruikt wordt. Opnieuw is het verschil niet als significant te bewijzen.

De oplossing van 2 g sucrose per liter voedingsoplossing veroorzaakte tegen het einde van de proef een zeer slijmerige, klevende laag op de stekken en op alle delen van de proefkasten die met die oplossing in aanraking kwamen. De stekken en hun beworteling schenen daar echter geen nadeel van te ondervinden. In de hoop dit laatste te kunnen vermijden en toch het voordeel van de sucrose-behandeling te behouden, werd op 23/12/1965 een analoge proef aangelegd met 10 maal minder sucrose, dus 0,2 g/l. De resultaten (zie tabel 29) bewijzen echter geen duidelijk gunstige invloed van deze sucrose-concentratie.

Tabel 28. : Beworteling volgens de proef met 4 x 40 Salvia splendens
SELLO, betreffende de invloed van sucrose, opgelost in de
waternevel, op de beworteling van stekken onder volledige
waternevel. Stekdatum: 14/12/1965.

A. Gegevens en waarnemingen :

Kunstlicht : 6 "Gro-lux"-lampen/kast (± 240 Watt/m²); 16 h/dag.

Proefkast :	I	II	III	IV
Gemiddelde temperatuur (° C) :	25,72	25,60	25,00	25,25
Gebruikte oplossing (*)				
- boven :	Su	2	2	Su
- onder :	2	2	Su	Su
Gemiddelde bewortelingsklasse				
- na 5 dagen :	2,00	2,78	1,45	2,13
- na 7 dagen :	16,13	15,55	14,08	16,60

B. t-test der resultaten na 7 dagen :

Significant verschil indien dit groter is dan 1,14 :

- niet tussen I, II en IV
- wel tussen III en de andere

C. Gemiddeld resultaat na 7 dagen :

- Bovenste waternevel - Su : 16,36
- 2 : 14,82

t-test zeer significant verschil daar dit (1,54) groter is dan 1,38.

(*) Oplossing 2 : Oplossing met evenveel equivalenten der 6 hoofdvoedingselementen met een concentratie van 2 meq/l.

Oplossing Su : idem + 2 g sucrose per liter voedingsoplossing.

Tabel 29. : Beworteling volgens de proef met 4 x 40 Salvia splendens
----- SELLO, betreffende de invloed van sucrose, opgelost in de
waternevel op de beworteling van stekken onder volledige
waternevel. Stekdatum: 23/12/1965.

A. Gegevens en waarnemingen :

Kunstlicht : 6 "Gro-lux"-lampen/kast (\pm 240 Watt/m²); 16 h/dag.

Proefkast :	I	II	III	IV
Gemiddelde temperatuur (° C) :	26,18	26,23	25,75	25,27
Gebruikte oplossing (*)				
- boven :	Su/10	2	2	Su/10
- onder :	2	2	Su/10	Su/10
Gemiddelde bewortelingsklasse				
- na 5 dagen :	3,08	3,23	3,08	2,93
- na 7 dagen :	15,73	15,50	14,85	15,38

B. t-test der resultaten na 7 dagen :

Significant verschil indien dit groter is dan 1,46 (nergens).

C. Gemiddeld resultaat na 7 dagen: bovenste waternevel :

- Su/10 : 15,55

- 2 : 15,18

t-test : geen significant verschil daar dit (0,37) kleiner is dan 1,02.

(*) Oplossing - 2 : zie tabel 28.

- Su/10 : idem + 0,2 g sucrose per liter
voedingsoplossing.

De beworteling van onze proefplant is dus wel degelijk gunstig te beïnvloeden door sucrose toe te voegen aan de voedingsoplossing bij volledige waternevel. Om duidelijk betere resultaten te bekomen schijnt een tamelijk sterke concentratie, bijvoorbeeld 2 g per liter, nodig te zijn.

5.2.2. Aard en vorm der stekken.

Omtrent de aard en de vorm der stekken zou heel wat onderzoek kunnen gedaan worden door middel van volledige waternevel. Dit zou ons echter te ver leiden. Om aan te tonen dat door middel van volledige waternevel dit onderzoek wel degelijk kan geschieden, hebben wij een kleine proef omtrent de vorm der stekken aangelegd. Hierbij werden stekken vergeleken, die boven een knoop gesneden werden met stekken die onder een knoop gesneden werden.

Juist boven een knoop snijden biedt voordelen :

- de moederplant behoudt een knoop meer
- bij het snijden van jonge scheuten als stek kan iets vroeger gesneden worden (er moet minimum één knoop aan de moederplant blijven);
- er is geen overbodig werk om onderste blad of bladbaar te verwijderen;
- er wordt geen supplementaire worde aangebracht waarlangs infectie kan geschieden.

Bij Salvia splendens SELLO 'Sint Jansvuur' is, door de proef op 29/9/1965 aangelegd, duidelijk bewezen dat boven een knoop snijden snellere groei der jonge wortels voor gevolg heeft. Dit blijkt uit de t-test, die in tabel 30 naast andere gegevens betreffende deze proef vervat is.

Het begin van de beworteling schijnt afhankelijk te zijn van de temperatuur, en niet beïnvloed te worden door de plaats van het snijden der stekken t.o.v. de knoop. Dit blijkt duidelijk uit figuur 22 en tabel 30.

Indien de snelheid van beworteling berekend wordt, hetgeen hier ook uitgedrukt wordt in aangroei in bewortelingsklasse per dag, vindt men dat deze getallen, die ook in tabel 30 opgenomen zijn, bij het steksnijden boven een knoop 1,52 maal groter zijn, dan bij het steksnijden onder een knoop.

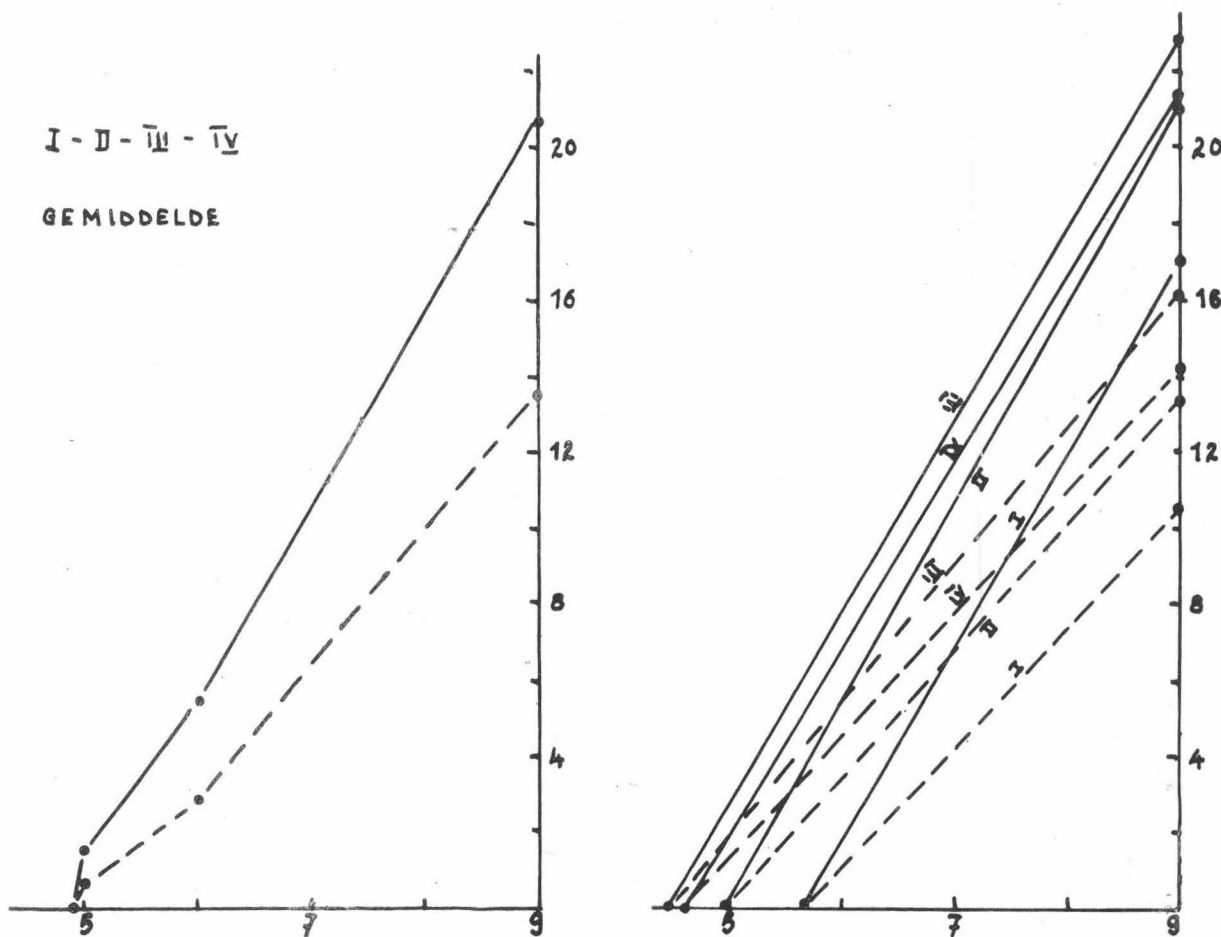
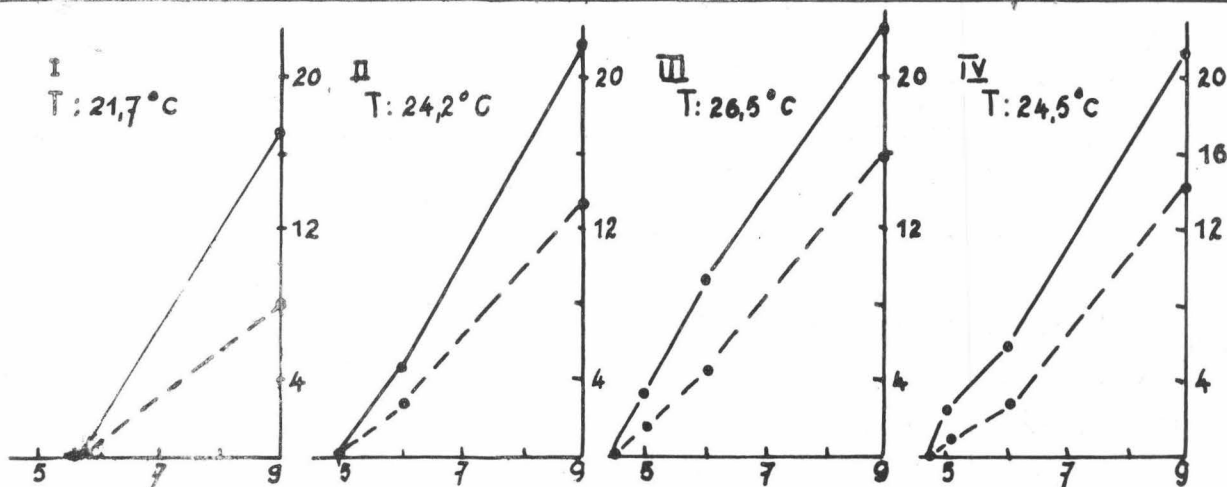
Tabel 30. : Beworteling volgens de proef met 2 x 4 x 17 Salvia splendens SELLO, betreffende de invloed van het stek-snijden t.o.v. de knoop op het bewortelen van stekken onder volledige waternevel. Stekdatum: 29/9/1965.

A. Gegevens en waarnemingen :				
Kunstlicht :	6 "Gro-lux"-lampen/kast ($\pm 240 \text{ Watt/m}^2$); 12 h/dag.			
Proefkast :	I	II	III	IV
Gemiddelde temperatuur ($^{\circ} \text{C}$) :	21,7	24,2	26,5	24,5

a) <u>Onder knoop gesneden.</u>				
Begin wortelgroei (na ... dagen):	5,6	5,0	4,5	4,6
Gemiddelde bewortelingsklasse				
- na 5 dagen :	0,0	0,1	1,5	0,9
- na 6 dagen :	1,4	2,9	4,5	2,7
- na 9 dagen :	10,7	13,5	16,2	14,2
Gemiddelde aangroei (bewortelingsklasse per dag) :	3,1	3,5	3,9	3,9

b) <u>Boven knoop gesneden.</u>				
Begin wortelgroei (na ... dagen):	5,7	4,9	4,4	4,6
Gemiddelde bewortelingsklasse				
- na 5 dagen :	0,0	0,3	3,3	2,5
- na 6 dagen :	1,8	4,8	9,3	5,9
- na 9 dagen :	17,1	21,4	23,0	21,5
Gemiddelde aangroei (bewortelingsklasse per dag) :	5,1	5,5	4,6	5,2

B. t-test der resultaten na 9 dagen :				
Zeer significant verschil (risico 1%) indien dit groter is dan 4,62				
A. Onder knoop gesneden: enkel tussen I en III				
B. Boven knoop gesneden: enkel tussen I en III				
Significant verschil (risico 5%) indien dit groter is dan 3,42				
A. Onder knoop gesneden: ook tussen I en IV				
B. Boven knoop gesneden: ook tussen I en IV				
=====				



ABSCIS: DAGEN NA HET STEKKEN
ORDINAAT: BEWORTELINGSKLASSE

————: STEKKEN BOVEN EEN KNOOP GESNEDEN
-----: STEKKEN ONDER EEN KNOOP GESNEDEN

Fig: 22:

BEWORTELING IN FUNCTIE VAN DE TIJD VOLGENS DE PROEF
MET 4 TEMPERATUREN EN 2 STEK VORMEN MET
SALVIA SPLENDENS SELLO OP 29/9/'69 GESTEKT

Tabel 31. : Beworteling volgens de proef met 2 x 4 x 3 Coleus Blumei-hybriden betreffende de invloed van het steksnijden t.o.v. de knoop op het bewortelen van stekken onder volledige waternevel. Stekdatum: 29/9/1965.

A. Gegevens en waarnemingen :				
Kunstlicht : 6 "Gro-lux"-lampen/kast (± 240 Watt/m ²); 12 h/dag.				
Proefkast :	I	II	III	IV
Gemiddelde temperatuur (° C) :	21,7	24,2	26,5	24,5

a) <u>Onder de knoop gesneden</u> :				
Begin beworteling (na ... dagen) :	6,5	5,5	5,0	4,5
Gemiddelde bewortelingsklasse				
- na 6 dagen :	0	2,3	10,0	5,3
- na 9 dagen :	11,0	17,0	22,7	22,0
Gemiddelde aangroei (bewortelingsklasse per dag) :	3,7	4,9	4,2	5,6

b) <u>Boven de knoop gesneden</u> :				
Begin wortelgroei (na ... dagen) :	6,5	5,5	4,5	4,0
Gemiddelde bewortelingsklasse				
- na 6 dagen :	0	2,7	9,7	10,0
- na 9 dagen :	17,3	21,7	25,0	31,3
Gemiddelde wortelaangroei (bewortelingsklasse per dag) :	5,8	6,3	5,1	7,1

B. t-test der resultaten na 9 dagen :				
Ze ^{er} significant verschil (risico 1%) indien ^{dit} groter is dan 10,99				
A. Onder de knoop gesneden: tussen I en (III,IV)				
B. Boven de knoop gesneden :tussen I en IV				
Significant verschil (risico 5%) indien dit groter is dan 8,14				
A. Boven de knoop gesneden : tussen I en (III, IV)				
B. Boven de knoop gesneden : tussen(I, II) en IV.				

In dezelfde proef werden, naast de 2 x 17 Salvia-stekken per proefkast, 3 Coleus-stekken geplaatst die onder de knoop en 3 Coleus-stekken die boven de knoop gesneden waren. De gemiddelde resultaten van hun beworteling is in tabel 31 opgenomen. Hoewel het aantal stekken hierbij te klein is om geldige besluiten te trekken, wijzen de resultaten toch op analogie met Salvia splendens SELLO. Beide planten behoren namelijk tot dezelfde familie der Labiatae.

Of dit ook geldt voor andere planten zou natuurlijk proefondervindelijk moeten uitgemaakt worden.

Besluit.

Samenvattend kunnen wij zeggen dat, voor deze planten althans, de plaats ten opzichte van de knoop, waar de stekken gesneden worden, geen invloed heeft op de duur van de wortelaanleg in enge zin, maar wel op de snelheid van de wortelgroei de eerste dagen van de beworteling. Deze aanvankelijke wortelaangroei gebeurt bij het snijden boven een knoop $\pm 50\%$ sneller dan bij het snijden juist onder een knoop.

5.2.3. Temperatuur der stekken.

Bij de eerste proeven met stekken onder volledige waternevel werd het belang van de factor temperatuur opgemerkt en onder 5.1.4.1 werd daar reeds op gewezen.

Volledige waternevel lijkt ons een goed geschikte techniek om de invloed van de temperatuur op de beworteling te onderzoeken. Deze invloed kan hier immers onafhankelijk van de factor vochtigheid nagegaan worden. Bij het aanwenden van hogere temperaturen bestaat nooit gevaar voor uitdroging. Nadelige invloed van het uitdrogen der stekken bij hogere temperaturen was de oorzaak van het feit, dat men vroeger een verkeerd begrip had omtrent de optimale temperatuur bij het stekken. Waternevel betekende een eerste stap naar een beter inzicht daaromtrent. Waterverlies langs de bladeren werd immers door deze techniek verhinderd.

Aangezien bij volledige waternevel nu ook de storende invloeden, die door het substraat veroorzaakt werden, uitgeschakeld worden, vermoeden wij dat deze techniek nog betere diensten kan bewijzen bij het onderzoek omtrent de invloed van de temperatuur op de beworteling.

Door het toepassen van waternevel op het bovengronds stekgedeelte, waren hoge optimale temperaturen aan het licht gekomen. De verschillende onderzoekers hebben echter hieromtrent nog uiteenlopende meningen. Deze tegenstrijdigheden worden vermoedelijk veroorzaakt door het feit, dat er geen onderscheid gemaakt wordt tussen de eigenlijke aanleg van adventief wortels en de eerste groei er van.

Het inwortelen van stekken is immers geen enkelvoudig proces. Men kan hierbij verschillende perioden onderscheiden :

- 1) De wortelaanleg. Deze periode duurt zolang er geen wortels aanwezig zijn; de wortelbeginselen, cellen of celgroepen, differentiëren tot wortels. Hierbij is de werking van het wortelstimulerend complex van het grootste belang. De optimale temperatuur is dan gelijk aan de temperatuur waarbij deze groep stoffen het meest actief deze differentiatie beïnvloedt.
- 2) De eerste wortelgroei. Tijdens deze periode geschiedt er nog wortelaanleg. Het aantal wortels stijgt en de jonge wortels hebben een groeisnelheid die niet constant is doch van nul tot een bepaalde waarde toeneemt.
- 3) De wortelgroei. Deze periode behoort niet meer tot de eigenlijke beworteling van stekken. Het wortelgestel van de jonge plant groeit aan met een \pm constante snelheid.

Bij de studie van de adventief-wortelvorming zijn het vooral de 2 eerste perioden die belang hebben. Voor het bepalen van de optimale temperatuur hebben wij dan ook getracht, voldoende onderscheid te maken tussen deze twee perioden. Met volledige waternevel is dit in ruime mate mogelijk, omdat men de wortelvorming werkelijk met het oog kan volgen.

Bij de bespreking van enkele proeven betreffende de invloed van de temperatuur op de beworteling, werd vooral gelet op de duur van de periode waarin de stekken nog geen zichtbare wortels hadden en op de wortelaangroei tijdens de eerste dagen die daarop volgen.

Daar de wortellengte de eerste dagen, zowel wegens het stijgend aantal wortels als wegens de stijgende groeisnelheid toeneemt, moet de grafische voorstelling van deze lengte per stek tegenover de tijd

ongeveer als een kwadratische functie verlopen. Indien de wortellengte per stek voorgesteld wordt door haar vierkantswortel, zal deze ongeveer rechtlijnig met de tijd toenemen. De grafische voorstelling van de beworteling van stekken uitgedrukt in z.g. bewortelingsklassen zoals hoger beschreven, in functie van de tijd zou, de eerste dagen althans, ongeveer gelijk moeten zijn aan een rechte.

Om ons ervan te overtuigen, dat dit voor verschillende temperaturen werkelijk geldt, hebben wij bij een proef, met verschillende gemiddelde temperaturen in de 4 proefkasten van onze tweede proefinstallatie, de beworteling iedere dag opgemeten. De grafische voorstellingen van deze gegevens, alsook (terwille van de vergelijking) van de wortellengte per stek in mm, zijn in figuur 23 samengebracht. De gemiddelde temperaturen, de beworteling en de t-test van de resultaten 6 en 9 dagen na het stekken, werden samengebracht in tabel 34.

Uit de grafische voorstellingen blijkt dat de wortelaangroei, uitgedrukt volgens de door ons gebruikte bewortelingsklassen, volgens een rechte verloopt, toevallige schommelingen en waarnemingsfouten in acht nemende, zolang de bewortelingsklasse 15 niet overschreden is. Vanaf 100 mm wortel per stek, verloopt de wortelaangroei nagenoeg volgens een rechte, indien de totale lengte der wortels per stek als norm genomen wordt. Om nu met voldoende nauwkeurigheid de aanvang van de wortelgroei te bepalen is het beter uit te gaan van de grafische voorstelling volgens de bewortelingsklasse.

Het vaststellen van het juiste ogenblik van het begin van de wortelgroei, blijkt wel degelijk van belang te zijn. Uit figuur 23 blijkt immers dat bij de laagste gebruikte temperatuur het begin van de wortelgroei later komt, doch dat de wortelaangroei sneller verloopt dan bij de 3 andere, hogere, temperaturen. Bij de hoogste temperatuur daarentegen, beginnen de wortels te groeien, ongeveer rond dezelfde tijd als bij de 2 middenste temperaturen, doch de wortelaangroei gaat merkkelijk trager. Uit de t-testen, die in tabel 34 samengevat zijn, blijkt dat het hier om werkelijke en geen toevallige verschillen gaat. De zesde dag is er immers geen duidelijk verschil tussen de beworteling bij de laagste en de hoogste temperatuur, terwijl de beworteling bij de beide andere temperaturen merkkelijk hoger ligt. De negende dag

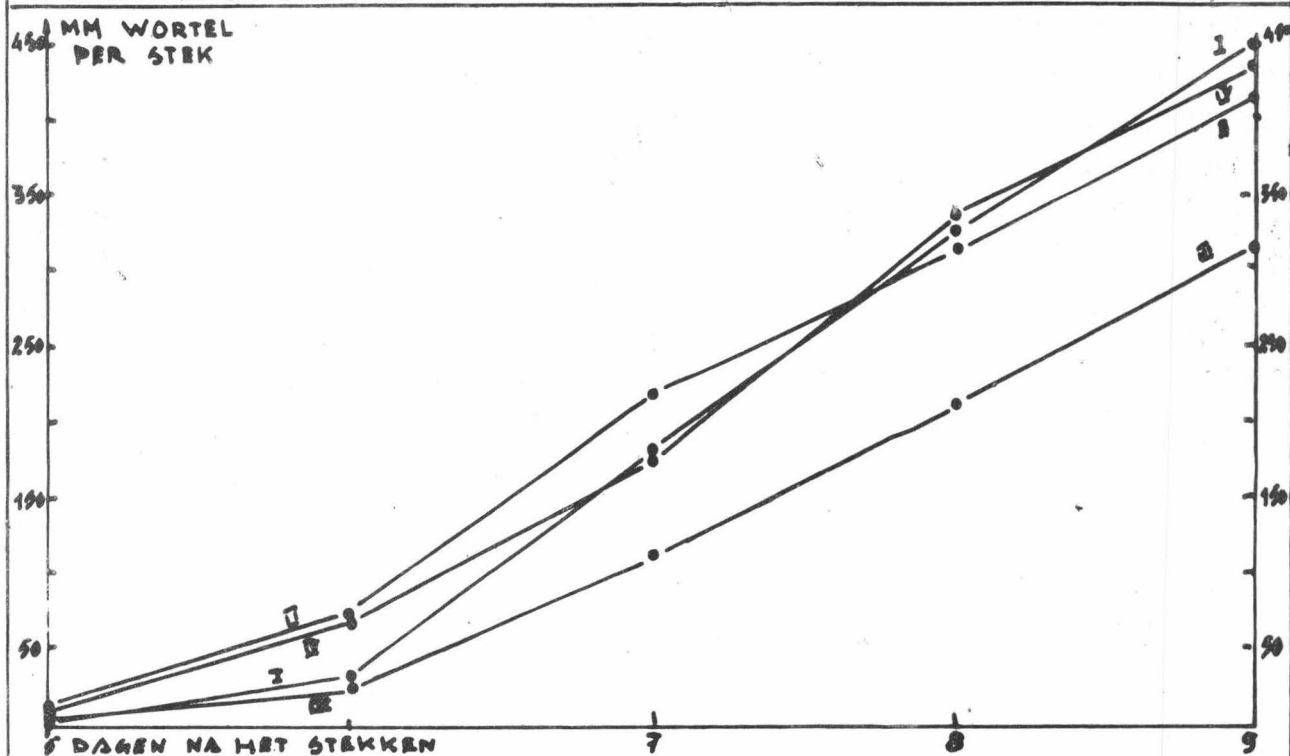
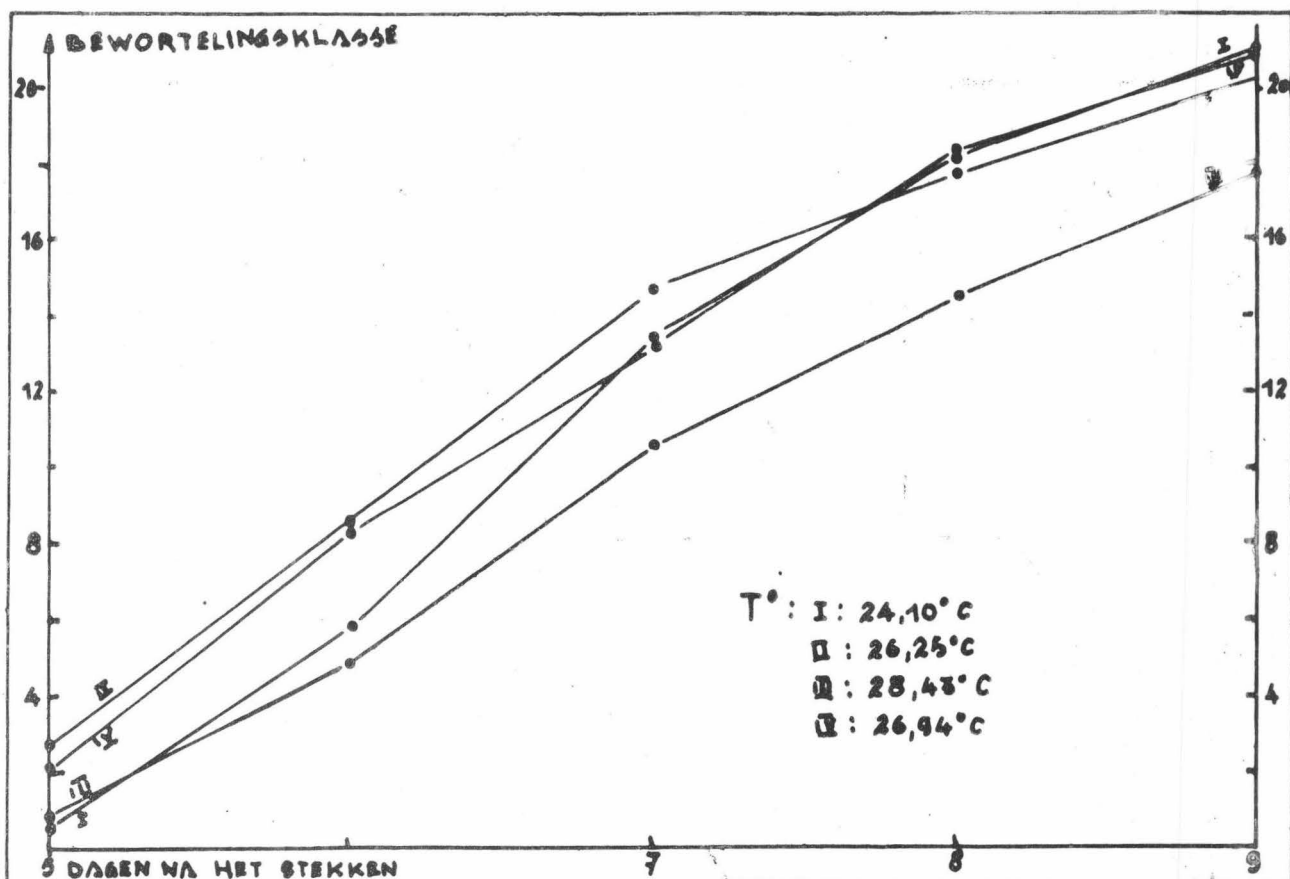


Fig: 23 : BEWORTELING IN FUNCTIE V/D TIJD BIJ VERSCHILLENDE TEMPERATUREN VOLGENS DE PROEF MET SALVIA SPLENDENS SELLO OP 16/3/'66 GESTEKT

integendeel ligt de beworteling bij de laagste temperatuur op het zelfde niveau als bij de twee middenste temperaturen, terwijl bij de hoogste temperatuur de beworteling duidelijk lager ligt. Dit is enkel uit te leggen door aan te nemen, dat de optimale temperatuur voor de wortelaanleg iets hoger ligt dan de optimale temperatuur voor de aanvankelijke wortelgroei.

Bij de studie van de invloed van de temperatuur op de beworteling, is het dus wel nodig, een duidelijk onderscheid te maken tussen de aanleg van de wortels en het uitgroeien van de jonge wortels.

Het bepalen van het juiste overgangspunt tussen wortelaanleg en wortelgroei is bij visuele waarneming eerder moeilijk. Elke wortel in aanleg van een bepaalde stek begint immers niet op hetzelfde ogenblik uit te groeien; bovendien, wanneer gebeurt juist de overgang tussen wortel in aanleg en eigenlijke wortel? Om deze moeilijkheid te omzeilen, hebben wij langs grafische weg de theoretische overgang bepaald tussen wortelaanleg en wortelgroei. Daartoe zijn telkens twee waarnemingen van de gemiddelde wortellengte per stek, omgerekend in bewortelingsklasse, uitgezet tegenover de tijd. De twee bekomen punten werden door een rechte verbonden, die verlengd werd tot op bewortelingsklasse 0. Het aldus bekomen tijdstip (ongeacht een geringe doch niet storende fout) is een trouwe schatting van het einde van de wortelaanleg en het begin van de wortelgroei. De wortelaangroei per dag bij het begin van de bewortelingsperiode, uitgedrukt in bewortelingsklasse per dag, kan uit dezelfde grafische voorstelling afgeleid worden.

Bij de eerste stekproeven onder volledige waternevel bemerkten wij dat de beworteling die na een bepaald aantal dagen bekomen was duidelijk beter werd wanneer de temperatuur van 17 tot 24° C opliep. De betere beworteling was zowel het gevolg van het rapper verschijnen van wortels als van het sneller groeien der jonge wortels. De optimale temperatuur voor de wortelaanleg en voor de aanvankelijke wortelgroei was dus nog niet bereikt.

Ook konden wij voorzien dat bij een verdere temperatuurverhoging rond een bepaald optimum de beworteling niet verder zou verbeteren. Hogere temperaturen hebben van dan af meer madelige dan voordelige invloed

op de beworteling. Dit is te verklaren, wat de wortelaanleg betreft, door het inactief worden van wortelstimulerende stoffen bij hogere temperaturen. Het trager aangroeien van het jong wortelgestel kan eveneens dezelfde oorzaak hebben, namelijk doordat er een geringer aantal wortels gevormd worden. Een tweede mogelijke oorzaak is de tragere wortelgroei tijdens de eerste dagen, wegens verhoogde ademhaling, zodat er meer organische stof afgebroken wordt die niet meer kan aangewend worden bij de opbouw van wortelweefsels.

Daar de synthese van wortelstimulerende stoffen in de bladeren geschiedt, vermoeden wij dat voor de aanleg der wortels de temperatuur van gans de stek belang heeft. Voor de wortelgroei, menen wij, heeft de temperatuur van de stekbasis het meeste belang.

Uit de vergelijking van de drie grafische voorstellingen van figuur 24, die de duur van de wortelaanleg van vier proeven weergeven in functie van de temperatuur, waarbij als temperatuur in de eerste grafiek de temperatuur van de top der stekken, in de tweede deze van de basis der stekken en in de derde grafiek het gemiddelde van deze beide temperaturen genomen werd, blijkt dat de laatste grafische voorstelling het meest een logische curve benadert.

Indien men de wortelaangroei bij de aanvang der beworteling van die vier zelfde proeven eveneens uitzet tegenover de temperatuur van de toppen, van de basis der stekken en tegenover het gemiddelde tussen die twee temperaturen, bekomt men de drie grafische voorstellingen uit figuur 25. Daarbij schijnt nu de grafische voorstelling waarbij de temperatuur aan de basis der stekken gebruikt werd het meest een logische curve te benaderen. De wortelaangroei is dus waarschijnlijk het meest beïnvloed door de temperatuur van de stekbasis en van de jonge groeiende wortels zelf.

Een volledig onderzoek omtrent de invloed van de temperatuur op de adventief-wortelvorming bij stekken, was natuurlijk niet mogelijk in het raam van dit werk. Wij hebben hieromtrent slechts enkele kleine proeven genomen, om ook hier onze stelling te bewijzen dat bij soortgelijk onderzoek de techniek van volledige waternevel goede diensten kan bewijzen.

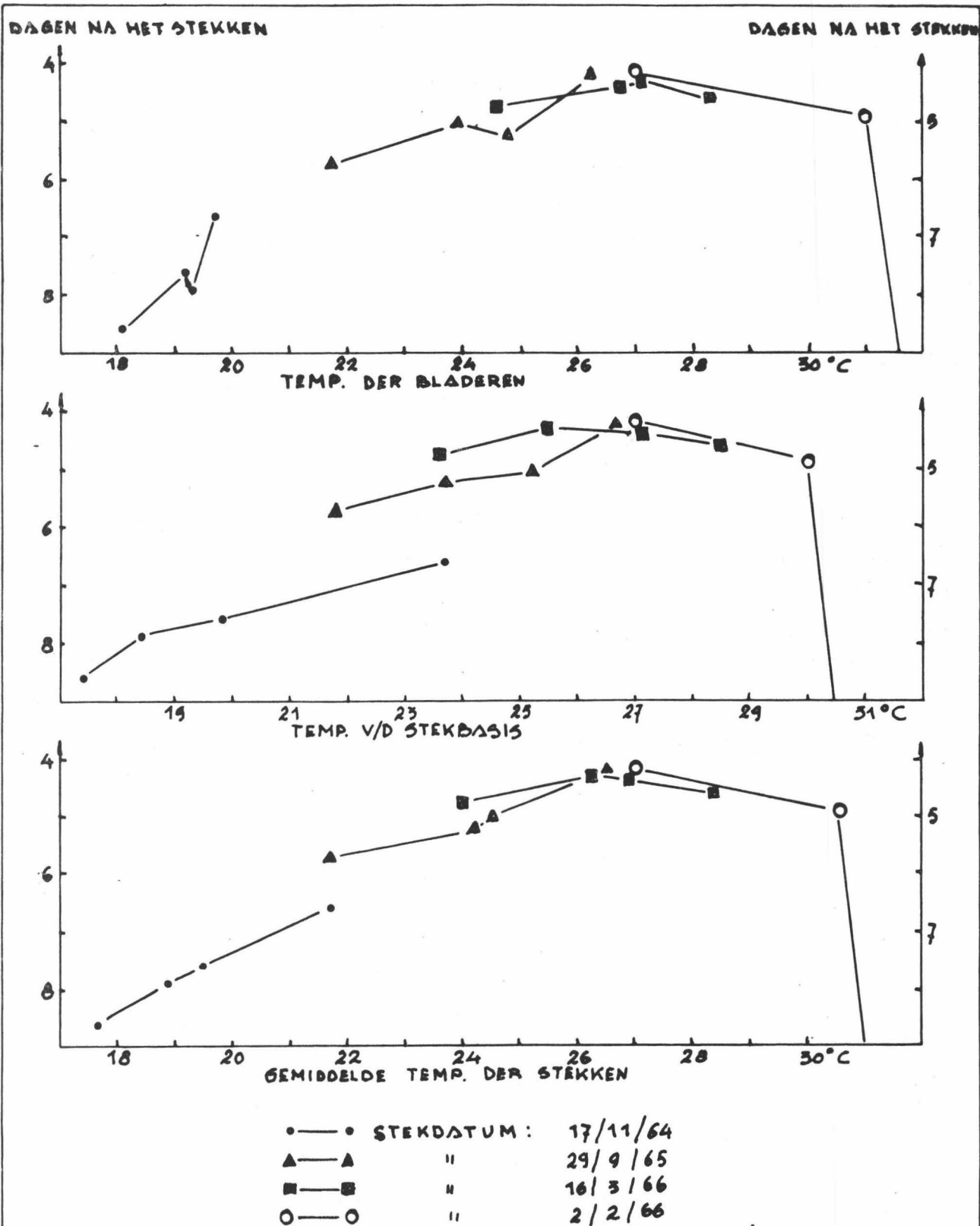


Fig. 24: DUUR V/D WORTELAANLEG IN FUNCTIE V/D TEMP. VOLGENS 4 STEKPROEVEN MET SALVIA SPLENDEN SELLO

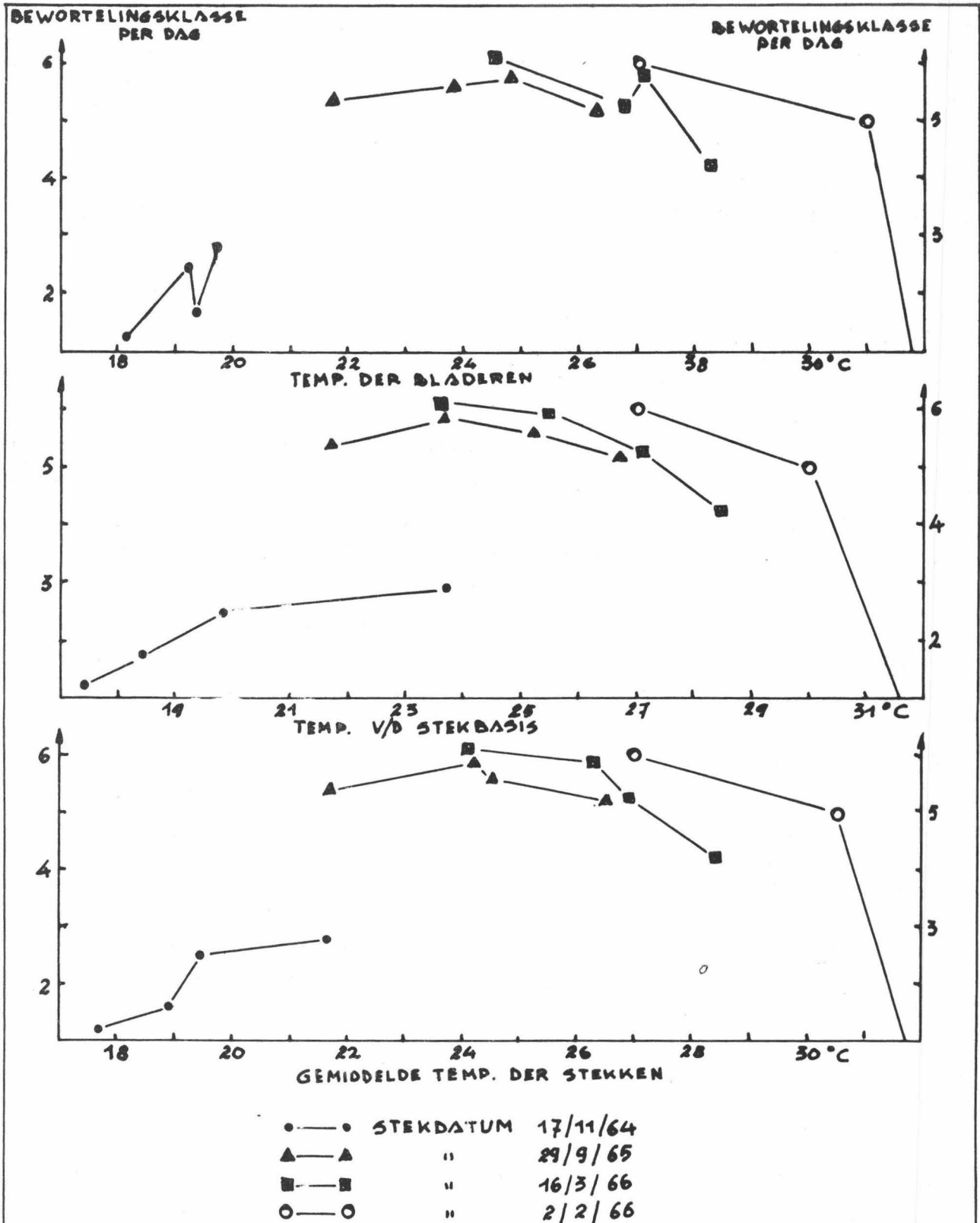


Fig: 25: AANVANKELIJKE WORTELAANGROEI PER STEK IN FUNCTIE VAN DE TEMP. VOLGENS 4 STEKPROEVEN MET SALVIA SPLENDENS BELLO

Als voornaamste proefplant kozen wij opnieuw Salvia splendens SELLO 'Sint Jansvuur'. Een eerste proef, waarbij enkel de temperatuur varieerde, werd reeds vroeger besproken. De gegevens en resultaten van vier andere temperatuurproeven zijn vervat in de tabellen 32, 33, 34 en 35. Het verloop van de beworteling met de tijd werd in de figuren 23, 26, 27, 28, grafisch voorgesteld.

Eveneens hebben wij de berekende theoretische duur van de wortelaanleg bij Salvia splendens SELLO 'Sint Jansvuur' in verschillende proeven (zowel uit het eerste als uit het tweede stel proefkasten) op diverse tijdstippen en onder uiteenlopende omstandigheden aangelegd, tegenover de temperatuur uitgezet. Aldus bekomen wij de gegevens die in figuur 29 zijn opgenomen. Hieruit blijkt dus dat de duur van de wortelaanleg duidelijk in verband staat met de temperatuur. Op dezelfde figuur is ook de duur van de wortelaanleg der 5 temperatuurproeven voorgesteld. Op die wijze bekwamen wij de door lijnen verbonden punten.

Van dezelfde proeven, uit beide stellen proefkasten, is ook de dagelijkse wortelaangroei bij het begin van de bewortelingsperiode berekend en samengebracht in figuur 30. Het betreft hier opnieuw de aangroei in bewortelingsklasse.

Uit de figuren 29 en 30 valt dadelijk op te merken, dat de duur van de wortelaanleg in functie van de temperatuur benaderend volgens een curve verloopt. De wortelaangroei tijdens de eerste dagen daarentegen kan bij eenzelfde temperatuur zeer uiteenlopende waarden aannemen. Met andere woorden, de duur van de wortelaanleg wordt bij deze plant uitsluitend of bijna alleen door de temperatuur bepaald. De eerste wortelaangroei daarentegen is ook van andere factoren sterk afhankelijk.

Verder blijkt ook uit deze beide figuren, dat de optimale temperatuur voor de wortelaanleg rond de 27° C ligt, terwijl de temperatuur waarbij de snelste aanvankelijke wortelgroei gebeurt, rond de 24° C schijnt te liggen.

Uit figuur 30 blijkt dat de aanvankelijke wortelgroei in de laatste proeven bijna dubbel zo snel geschiedt als in de vroegere. Hiervoor zijn verschillende oorzaken mogelijk, maar de voornaamste is wel het feit, dat na de proef van 29/9/1965 alle stekken boven een knoop gesneden werden.

Tabel 32. : Beworteling volgens de proef met 4 x 34 Salvia splendens
----- SELLO, op 29/9/1965 gestekt bij 4 verschillende tempera-
turen, onder volledige waternevel.

A. Gegevens en waarnemingen :

Vorm der stekken : De helft der stekken onder een knoop en de
andere helft boven een knoop gesneden.

Kunstlicht : 6 "Gro-lux"-lampen van 20 Watt per kast
(± 240 Watt/m²): 12 h/dag.

Waternevel : leidingswater.

Proefkast :	I	II	III	IV
Gemiddelde temperatuur (° C) :	21,7	24,2	26,5	24,5
Aanvang wortelgroei (na ... dagen):	5,7	5,0	4,5	4,6
Gemiddelde bewortelingsklasse				
-na 6 dagen :	1,6	3,9	6,9	4,3
-na 9 dagen :	13,9	17,5	19,6	17,9
Aanvankelijke wortelaangroei (bewortelingsklasse per dag :	4,1	4,5	4,2	4,5

B. t-test der resultaten na 9 dagen :

- Het verschil is significant (risico 5%) indien dit groter is
dan 2,42
- Het verschil is zeer significant (risico 1%) indien dit groter is
dan 3,27
- De beworteling in de proefkasten III, IV en II is zeer
significant beter dan in proefkast I
- Elders geen significante verschillen.

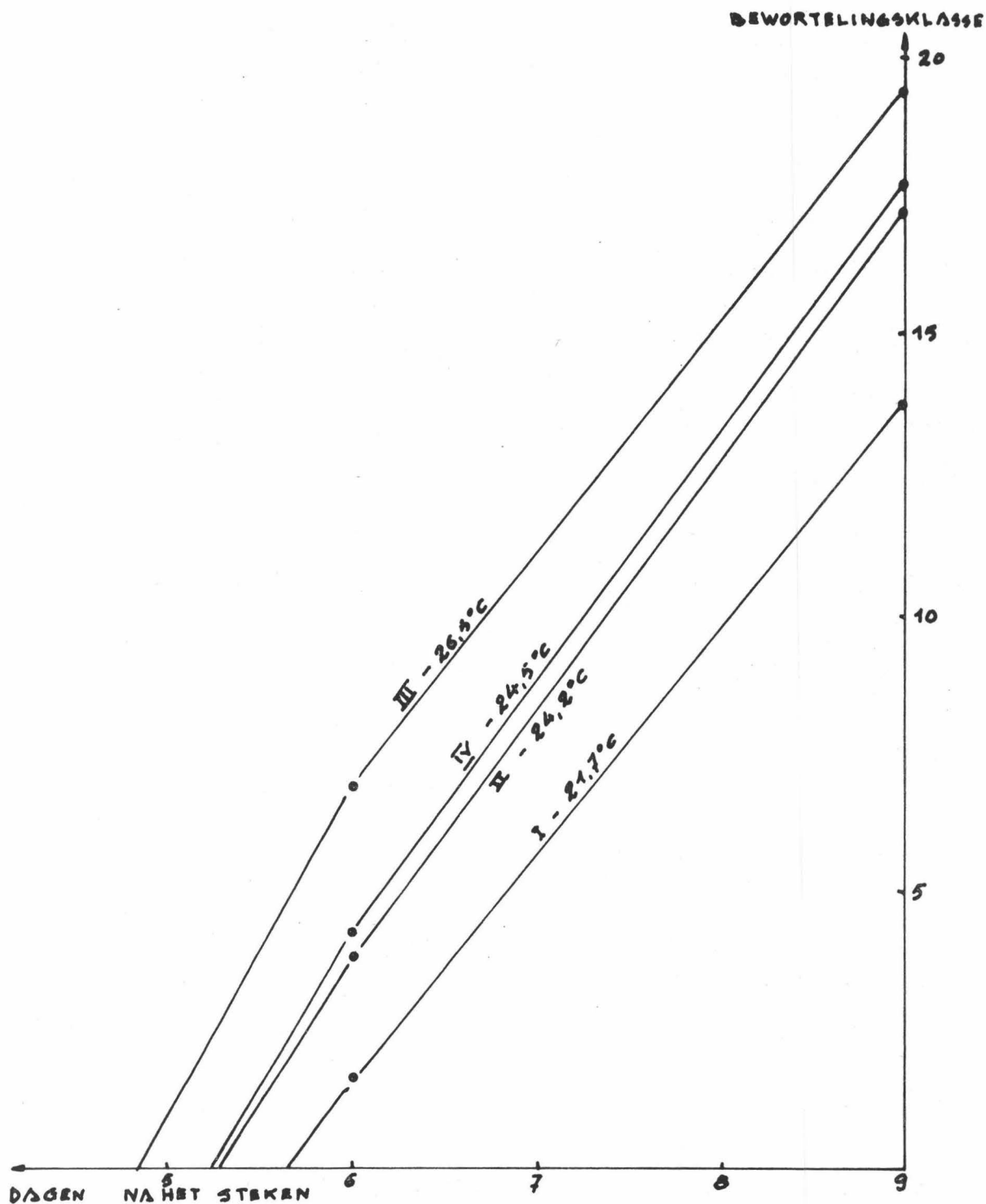


Fig: 26: BEWORTELING IN FUNCTIE V/D TIJD VOLGENS DE TEMPERATUUR PROEF MET SALVIA SPLENDENS SELLO, OP 29/9/'65 ONDER VOLLEDIGE WATERNEVEL GESTEKT

Tabel 33. : Beworteling volgens de temperatuurproef met 4 x 2l Salvia splendens SELLO, op 22/10/1965 onder volledige waternevel

gestekt.

A. Gegevens en waarnemingen :

Vorm der stekken : gesneden boven een knoop.

Waternevel : - leidingswater

- enkel boven de stekken, die in kippengaas hangen.

Kunstlicht : 4 TL-lampen (± 160 Watt/m²); 12 h/dag.

Proefkast :	I	II	III	IV
Gemiddelde temperatuur (° C) :	21,0	25,0	23,0	23,5
Aanvang beworteling (na ... dagen) :	5,8	4,8	5,1	5,0
Gemiddelde bewortelingsklasse				
- na 5 dagen :	0	0,6	0	0,05
- na 7 dagen :	2,9	7,0	9,0	8,9
- na 12 dagen :	15,1	19,4	21,5	20,9
Aanvankelijke wortelgroei (bewortelingsklasse/dag) :	2,5	3,2	4,8	4,4

B. t-test der resultaten na 12 dagen :

Het verschil is significant (risico 5%) indien dit groter is dan 2,0.

Het verschil is zeer significant (risico 1%) indien dit groter is
dan 2,7.

De beworteling is zeer significant minder goed in I dan in II, III
en IV.

De beworteling is significant beter in III dan in II.

Elders geen significante verschillen (tussen II en IV; tussen III
en IV).

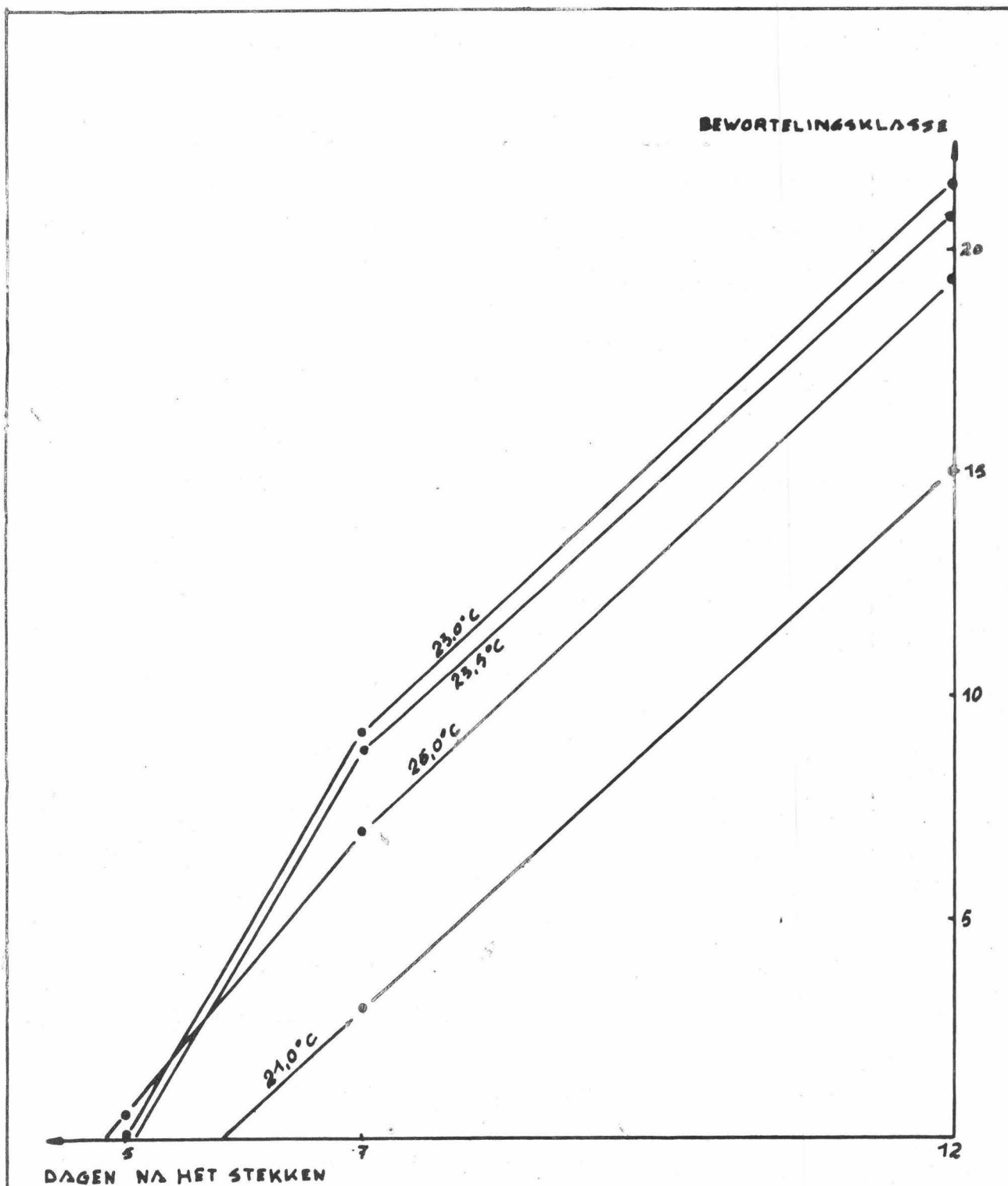


Fig: 27: BEWORTELING IN FUNCTIE V/D TIJD, VOLGENS DE TEMPERATUUR-
PROEF MET SALVIA SPLENDENS SELLO, OP 22/10/'65
ONDER VOLLEDIGE WATERNEVEL GESTEKT

Tabel 34. : Beworteling volgens de proef met 4 x 20 Salvia splendens
----- SELLO, gestekt op 2/2/1966 bij 4 verschillende temperatu-
ren onder volledige waternevel.

A. Gegevens en waarnemingen :

Vorm der stekken : gesneden boven een knoop.

Kunstlicht : 6 "Gro-lux"-lampen van 20 Watt/kast (± 240 Watt/m²);
16 h/dag.

Waternevel : gebalanceerde voedingsoplossing met zoutconcentratie
van 2,5 meq/l.

Proefkast :	I	II	III	IV
Gemiddelde temperatuur (° C) :	27,0	30,5	33,5	31,5
Aanvang wortelgroei (na ... dagen) :	4,2	5,0	-	-
Gemiddelde bewortelingsklasse				
- na 5 dagen :	4,55	0,25	0	0
- na 7 dagen :	16,70	10,10	0	0
Aanvankelijke wortelgroei (bewortelingsklasse/dag) :	6,08	4,93	0	0

B. t-test der resultaten na 7 dagen :

Het verschil is significant (risico 5%) indien dit groter is
dan 1,48.

Het verschil is zeer significant (risico 1%) indien dit groter
is dan 2,00.

De beworteling in proefkast I is zeer significant beter dan die in
proefkast II.

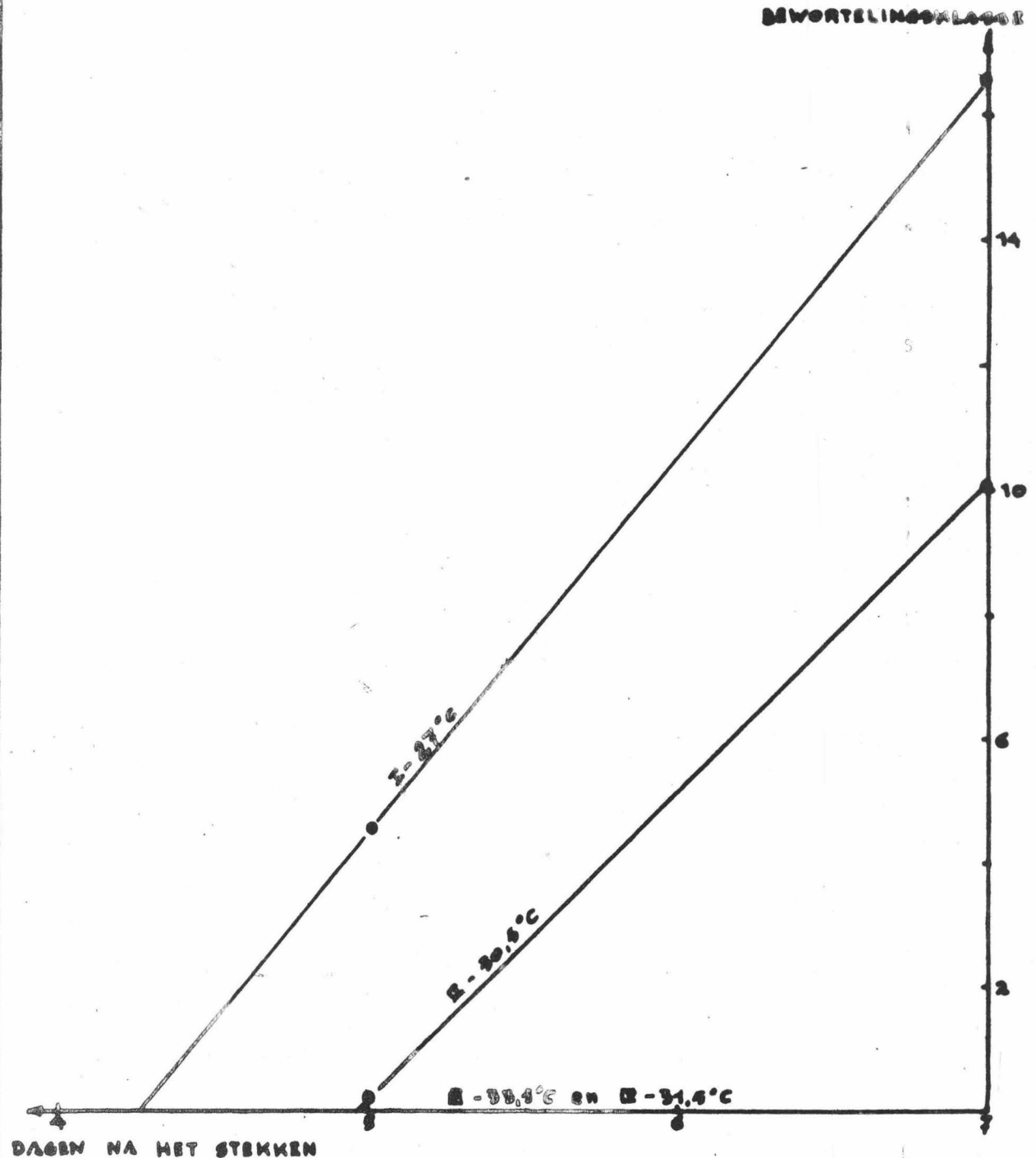


Fig: 28: BEWORTELING IN FUNCTIE V/D TIJD VOLGENS DE MAX. TEMPERATUURPROEF MET SALVIA SPENDENS SELLO OP 2/2/'66 ONDER VOLLEDIGE WATERNEVEL GESTEKT

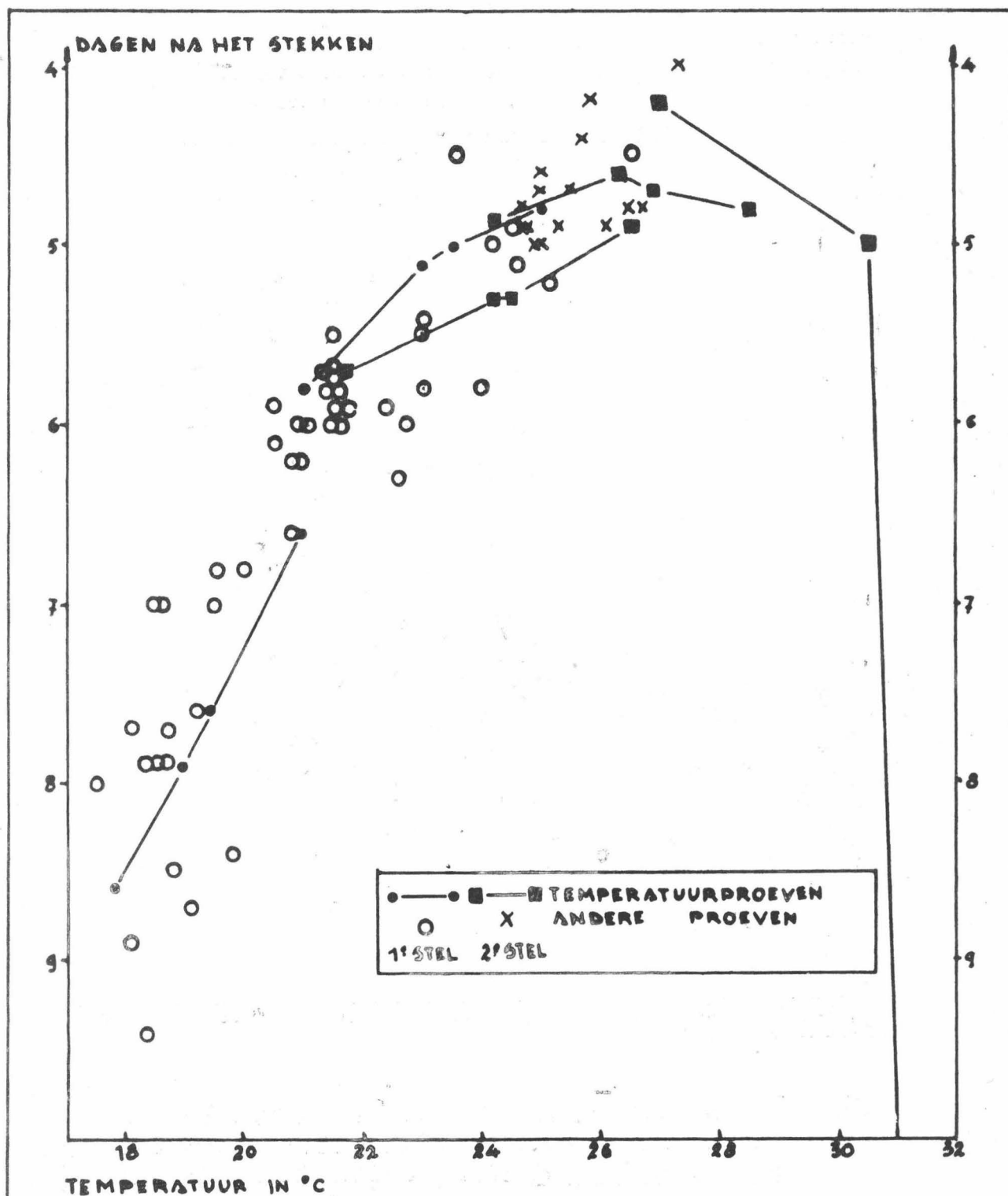


Fig. 29: DUUR V/D WORTELAANLEG IN FUNCTIE V/D TEMPERATUUR VOLGENS VERSCHILLENDE PROEVEN MET SALVIA SPLENDENS SELLO ONDER VOLLEDIGE WATERNEVEL

BEWORTELINGS-
KLASSE/DAG

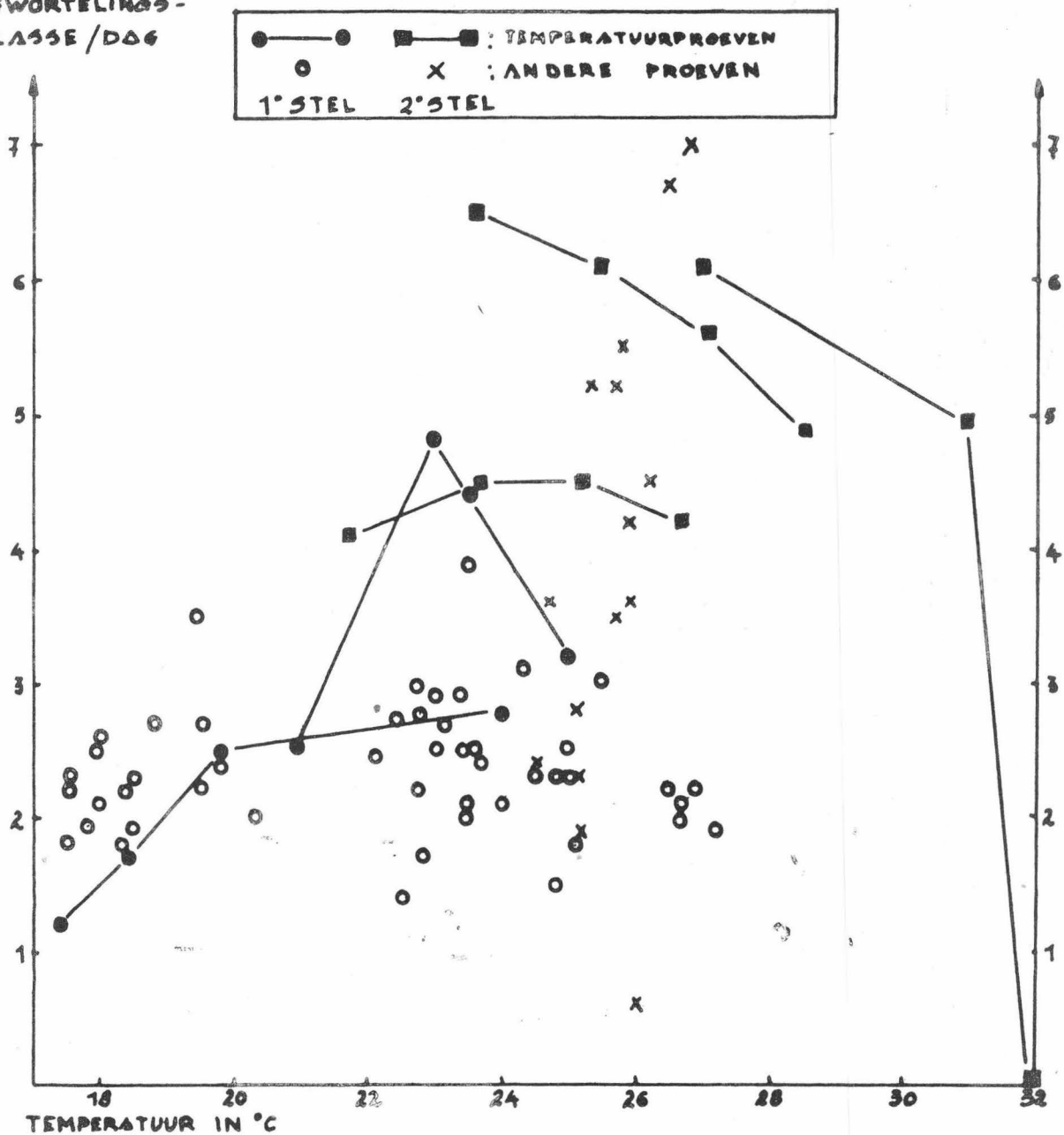


Fig: 30: AANVANKELIJKE WORTELAANGROEI IN FUNCTIE V/D
TEMPERATUUR, VOLGENS VERSCHILLENDE PROEVEN MET
SALVIA SPLENDENS SELLO, ONDER VOLLEDIGE WATERNEVEL

Tabel 35. : Beworteling volgens de proef met 4 x 20 Salvia splendens
----- SELLO, op 16/3/1966 gestekt bij 4 verschillende temperatu-
ren, onder volledige waternevel.

A. Gegevens en waarnemingen :

Vorm der stekken : gesneden boven een knoop

Kunstlicht : 6 "Gro-lux"-lampen per kast (± 240 Watt/m²); 16 h/dag.

Waternevel : gebalanceerde voedingsoplossing met zoutconcentratie van 2,5 meq/l.

Proefkast :	I	II	III	IV
Gemiddelde temperatuur (° C) :	24,10	26,25	28,43	26,94
Aanvang wortelgroei (na ... dagen) :	4,9	4,3	4,4	4,5
Gemiddelde bewortelingsklasse				
- na 5 dagen :	0,43	2,63	0,75	2,00
- na 6 dagen :	5,80	8,55	4,85	8,30
- na 7 dagen :	13,45	14,75	10,55	13,25
- na 8 dagen :	18,10	17,75	14,50	18,30
- na 9 dagen :	21,15	20,40	17,80	20,90
Aanvankelijke wortelgroei (bewortelingsklasse/dag) :	6,51	6,06	4,90	5,63

B. t-test der resultaten na 6 dagen :

Het verschil is significant (risico 5%) indien dit groter is dan 1,62

Het verschil is zeer significant (risico 1%) indien dit groter is dan 2,18.

De beworteling in de proefkasten II en IV is zeer significant beter dan die in de proefkasten I en III.

Elders geen significant verschil.

C. t-test der resultaten na 9 dagen :

Het verschil is significant (risico 5%) indien dit groter is dan 3,10.

Het verschil is zeer significant (risico 1%) indien dit groter is dan 4,19.

De beworteling in de proefkasten I en IV is significant beter dan die in proefkast III.

Elders geen significant verschil.

De lichtomstandigheden waren niet zoveel beter, zelfs minder goed dan bij sommige der eerste proeven. Het licht is dus niet alleen verantwoordelijk voor de snellere aanvankelijke wortelgroei bij de laatste proeven. In hoever het licht de aanvankelijke wortelaangroei gunstig kan beïnvloeden zal blijken uit de proeven, die aangaand de invloed van het licht op de beworteling aangelegd zijn en die verder besproken worden.

Het gebruik van voedingsoplossingen in plaats van leidingswater verbetert de aanvankelijke wortelaangroei ook in zekere mate, zoals wij hoger zagen. Doch twee van de temperatuurproeven met betere wortelgroei, namelijk die aangelegd op 29/9/1965 in onze tweede installatie en op 22/10/1965 in onze eerste installatie, geschiedden eveneens met leidingswater, zoals dit bij de eerste proeven het geval was.

De kwaliteit der stekken en het tijdstip van snijden kunnen ook hun invloed hebben, doch deze factoren variëren ongeveer bij beide groepen proeven op dezelfde manier, daar de proeven ongeveer in hetzelfde seizoen aangelegd zijn; de eerste in 1964/65 en de laatste in 1965/66.

De maximale bewortelingstemperatuur is voor Salvia splendens SELLO 'Sint Jansvuur' heel duidelijk bepaald. De proef op 2/2/1966 aangelegd toont ons aan, dat bij een gemiddelde stektemperatuur van 30,5° C nog een vrij goede beworteling kan bekomen worden, terwijl er bij 31,5° C absoluut geen wortels gevormd werden. De bladeren der stekken bleven, zelfs bij een temperatuur van 33,5° C, even fris bij de gewortelde als bij de ongewortelde stekken (zie foto 19). De foto's 20, 21 en 22 tonen de beworteling aan bij 27,0, 30,5 en 31,5° C. Hieruit volgt dus duidelijk dat er voor de beworteling van deze plant een maximumtemperatuur-grens bestaat, die rond de 31° C ligt.

In figuur 31 zijn de gegevens verzameld, die bij proeven met Coleus Blumei-hybriden verkregen werden. De invloed van de temperatuur op de beworteling van deze soort stekken vertoont duidelijk analogie met hetgeen wij bij Salvia vonden. Hier echter blijken de optimale temperaturen iets hoger te liggen dan bij Salvia, namelijk rond de 29° C voor de wortelaanleg en resp. rond 26° C voor de aanvankelijke wortelgroei. Ook de absolute maximumtemperatuur ligt blijkbaar hoger, namelijk rond 32° C. De foto's 23, 24, 25 en 26 illustreren dit.

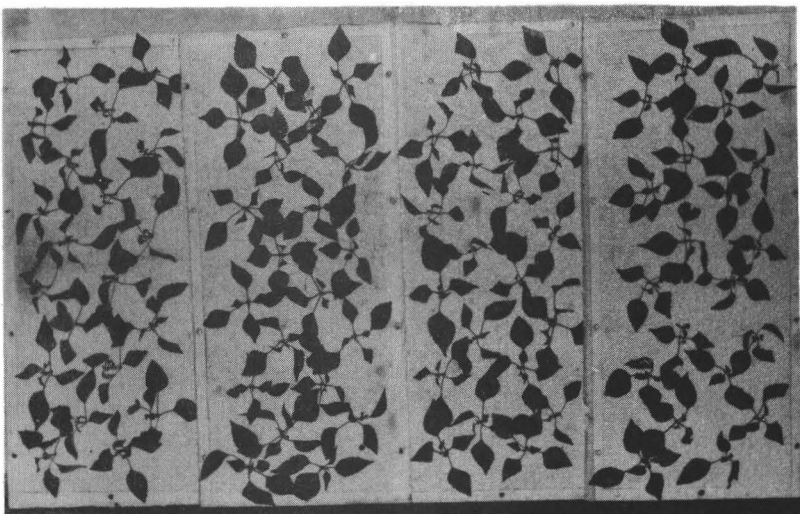


Foto 19
Bladstand bij de maximum-
temperatuurproef, met Salvia.

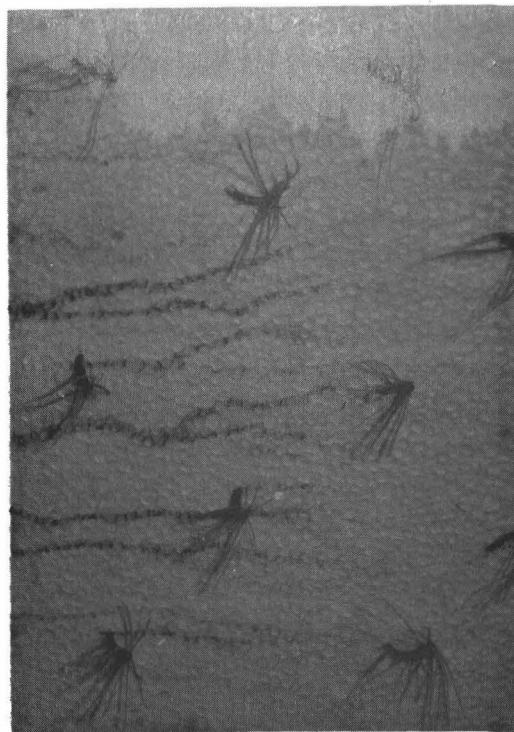


Foto 20
Beworteling bij deze proef
bij 27° C.

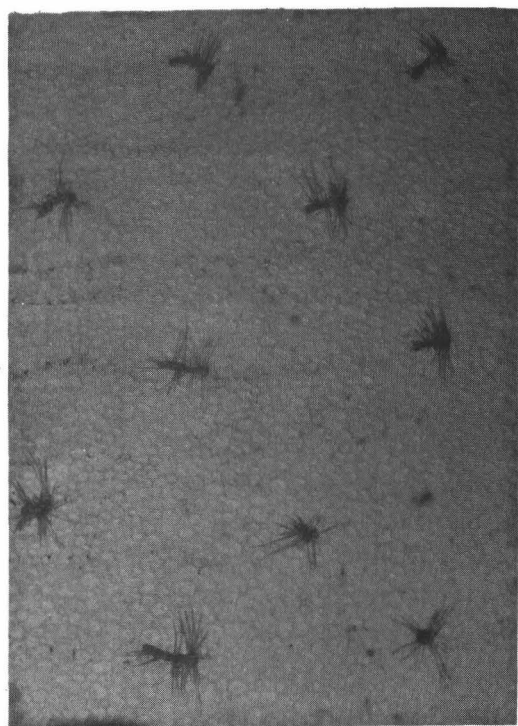


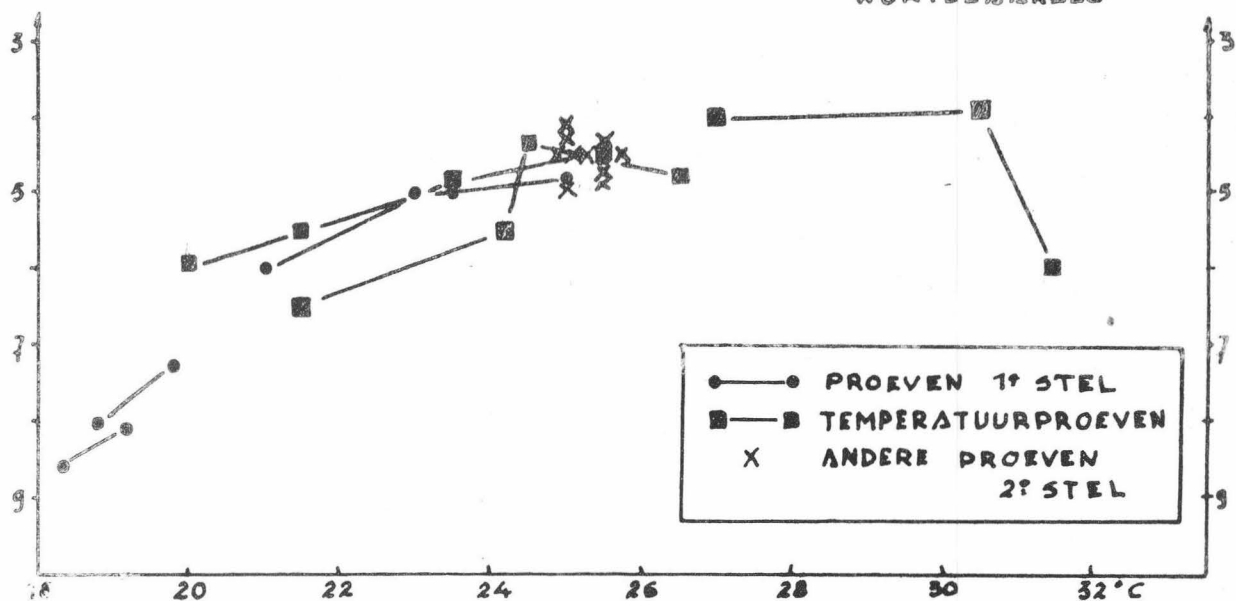
Foto 21
Beworteling bij deze
proef bij 30,5° C.



Foto 22
Geen beworteling bij deze
proef bij 31,5° C.

DAGEN NA HET STEKKEN

A. DUUR VAN DE
WORTELAANLEG



BEWORTELINGS-
KLASSE/DAG

B. AANVANKELIJKE
WORTELAANGROEI

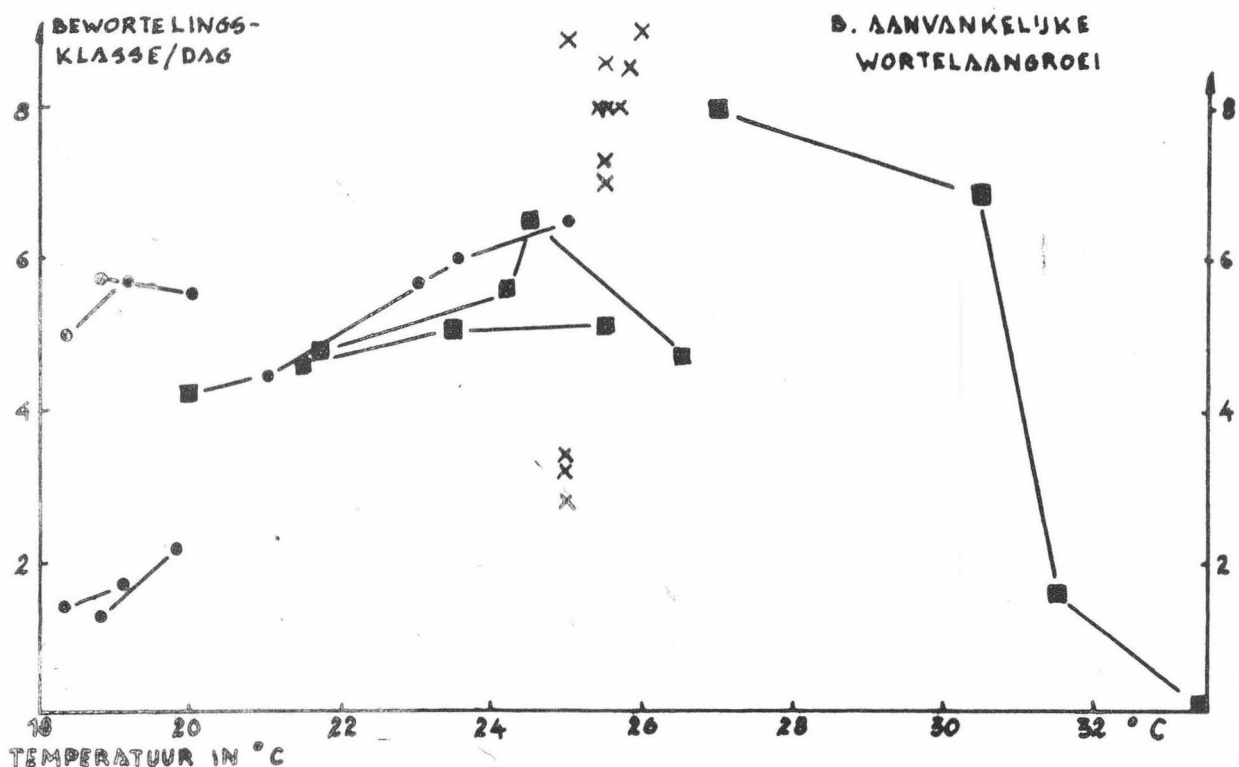


Fig. 31: DUUR V/D WORTELAANLEG EN AANVANKELIJKE WORTELAANGROEI IN FUNCTIE V/D TEMPERATUUR, VOLGENS VERSCHILLENDE PROEVEN MET COLEUS-BLUMEI-HYBRIEDEN ONDER VOLLEDIGE WATERNEVEL

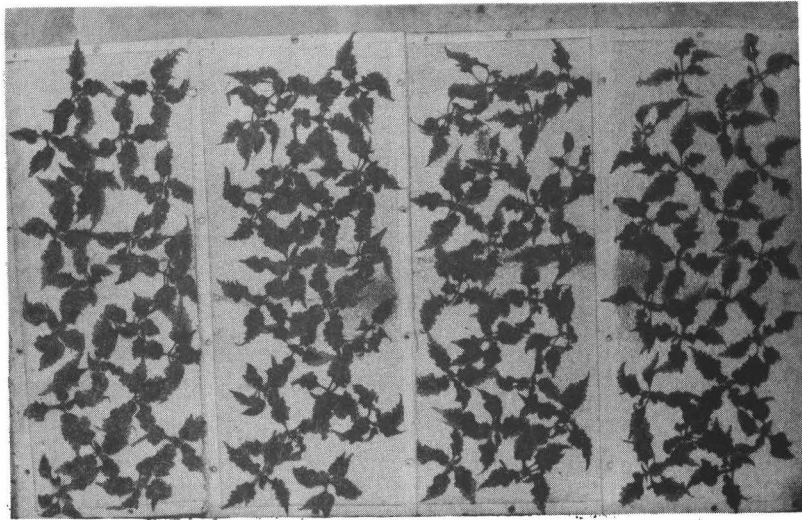


Foto 23
Bladstand bij de maximum-
temperatuurproef met Coleus.

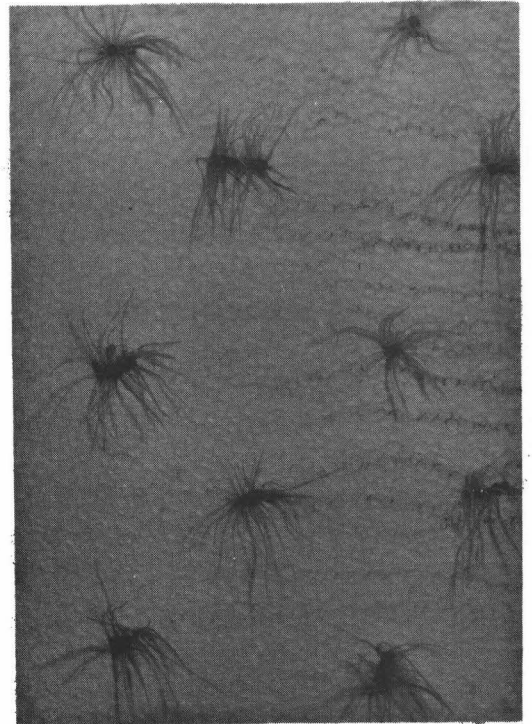


Foto 24
Beworteling bij deze proef
bij 30,5° C.

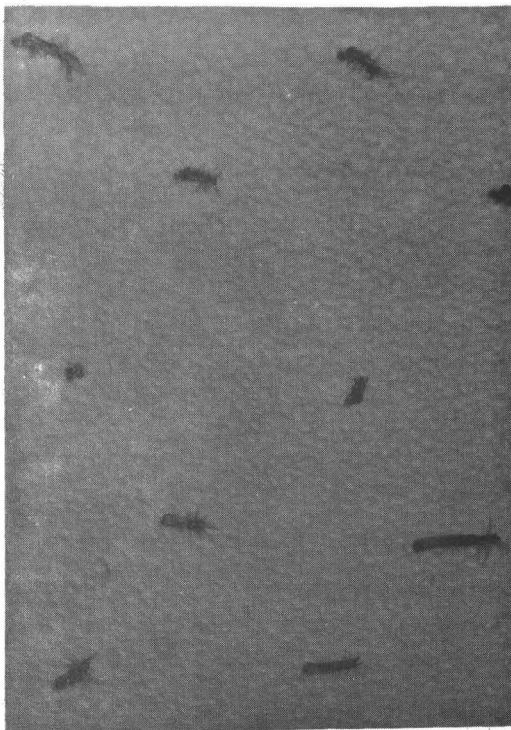


Foto 25
Beworteling bij deze proef
bij 31,5° C.

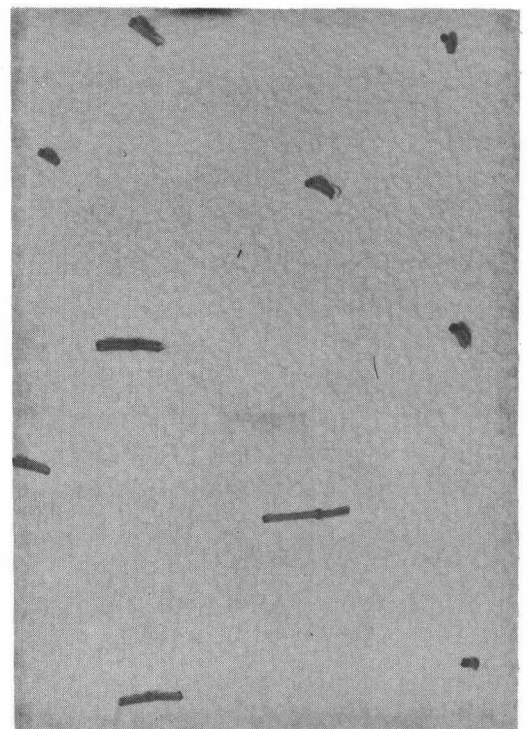


Foto 26
Geen beworteling bij deze proef
bij 33,5° C.

De beworteling van 3 temperatuurproeven met Coleus Blumei-hybriden zijn in de tabellen 36, 37 en 38 samengebracht en in de figuren 32, 33 en 34 grafisch voorgesteld in functie van de tijd.

De proef met Begonia gracilis H.B.K. werd hoger reeds besproken. Uit figuur 35 is af te leiden dat de duur van de wortelaanleg duidelijk afhankelijk is van de temperatuur. De aanvankelijke wortelgroei echter schijnt weinig afhankelijk te zijn van de temperatuur. Voor de wortelaanleg is de optimale temperatuur nog niet bereikt, voor de aanvankelijke wortelgroei liggen de gebruikte temperaturen waarschijnlijk rond het optimum. Wortelaanleg en aanvankelijke wortelgroei schijnen hier ook verschillende optima te hebben.

Wat de proef met Fuchsia X hybrida VOSS. betreft, kunnen wij voor de invloed van de temperaturen geen besluiten trekken, zoals uit figuur 35 blijkt.

Besluit.

Als besluit van de studie betreffende de invloed van de temperatuur op de beworteling van stekken door middel van volledige waternevel, kan men zeggen dat bij Salvia splendens SELLO 'Sint Jansvuur' onderscheid dient gemaakt tussen de duur van de wortelaanleg en de snelheid van de aanvankelijke wortelgroei. Beide grootheden zijn afhankelijk van de temperatuur. De duur van de wortelaanleg is hoofdzakelijk, misschien zelfs uitsluitend van de temperatuur afhankelijk, terwijl andere factoren, zoals licht, verhouding en concentratie van voedingszouten in de waternevel, kwaliteit en vorm der stekken, elk voor een gedeelte de aanvankelijke groeisnelheid van de jonge wortels duidelijk beïnvloeden. De optimale temperatuur is voor beide perioden verschillend en ligt rond de 27° C voor de wortelaanleg en rond de 24° C voor de aanvankelijke wortelgroei. Rond 31° C ligt de maximumtemperatuur-grens voor de beworteling, aangezien boven deze temperatuur geen wortels gevormd worden.

Bij andere proefplanten werden analoge invloeden gevonden, zodat wij vermoeden dat deze regels algemeen geldend zijn, doch met verschillende waarden als optimum en maximum voor diverse planten.

Tabel 36. : Beworteling volgens de proef met 4 x 40 Coleus Blumei-
hybriden, op 17/9/1965 gestekt bij 4 verschillende tem-
peraturen, onder volledige waternevel.

A. Gegevens en waarnemingen :

Vorm der stekken : gesneden onder een knoop

Kunstlicht : 6 "Gro-lux"-lampen van 20 Watt per kast (\pm 240 Watt/m²;
12 h/dag.

Waternevel : leidingswater

Proefkast :	I	II	III	IV
Gemiddelde temperatuur (° C) :	20,0	21,5	25,5	23,5
Aanvang beworteling (na ... dagen) :	5,9	5,5	4,5	4,9
Gemiddelde bewortelingsklasse				
- na 6 dagen :	0,57	2,27	7,60	5,47
- na 10 dagen :	17,63	20,97	28,07	25,80
Aanvankelijke wortelgroei (bewortelingsklasse/dag) :	4,27	4,68	5,12	5,08

B. t-test der resultaten na 10 dagen :

- Het verschil is significant (risico 5%) indien dit groter is dan 1,46.
- Het verschil is zeer significant (risico 1%) indien dit groter is dan 1,97.
- De beworteling in proefkast III is zeer significant beter dan die in proefkast IV; deze laatste is zeer significant beter dan die in proefkast II en deze laatste is significant beter dan die in proefkast I.

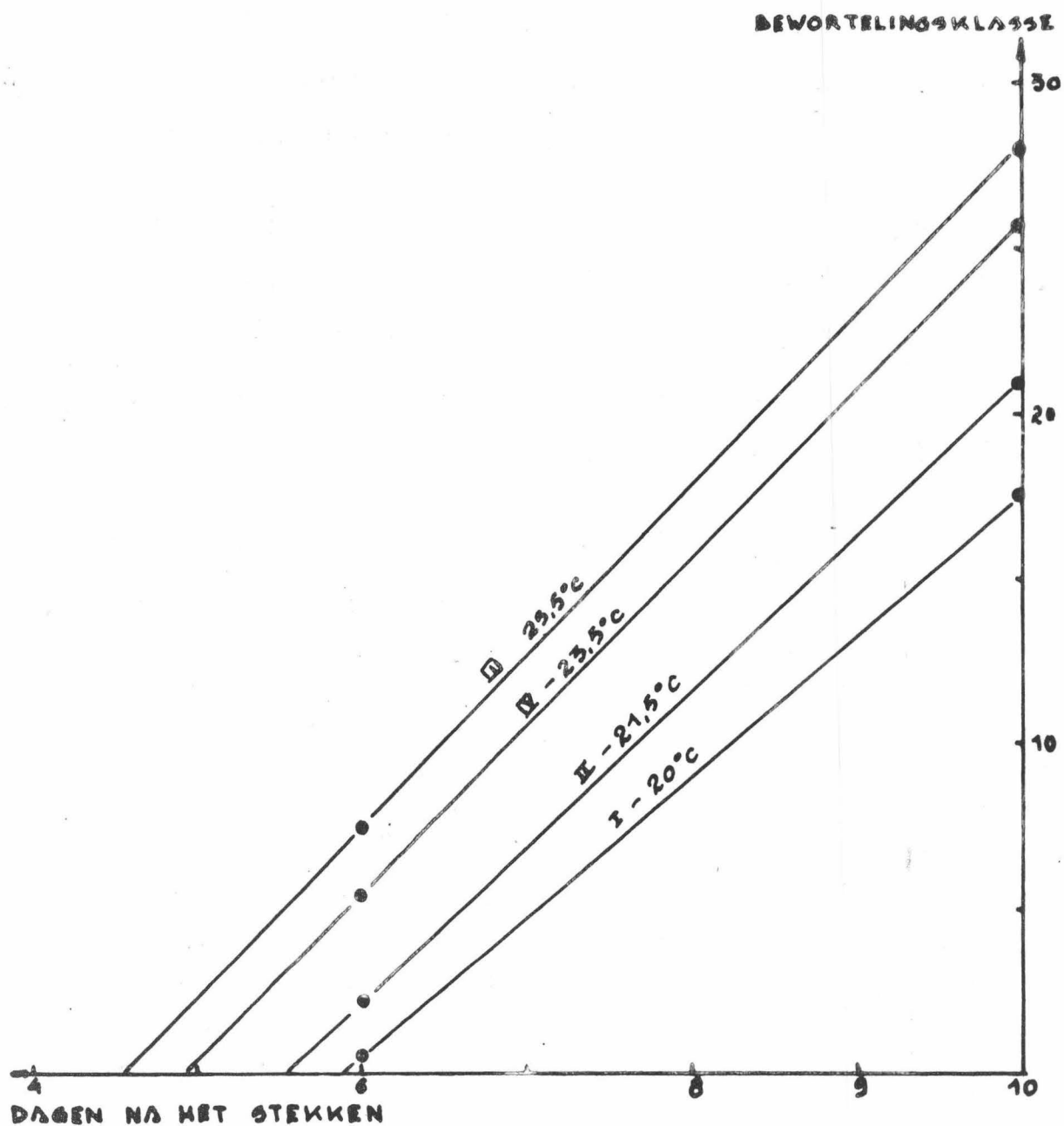


Fig: 32 : BEWORTELING IN FUNCTIE V/D TIJD VOLGENS DE TEMPERATUURPROEF MET COLEUS-BLUMEL-HYBRIEDEN OP 17/9/'65 ONDER VOLLEDIGE WATERNEVEL GESTEKT

Tabel 37. : Beworteling volgens de temperatuurproef met 4 x 20 Coleus
----- Blumei-hybriden, op 22/10/1965 onder volledige waternevel
gestekt.

A. Gegevens en waarnemingen :

Vorm der stekken : gesneden boven een knoop.

Waternevel : - leidingswater

- enkel boven de stekken, die in kippengaas hangen.

Kunstlicht : 4 TL-lampen (± 160 Watt/m²); 12 h/dag.

Proefkast :	I	II	III	IV
Gemiddelde temperatuur (° C) :	21,0	25,0	23,0	23,5
Aanvang beworteling (na ... dagen) :	6,0	4,8	5,0	5,0
Gemiddelde bewortelingsklasse				
- na 5 dagen :	0,00	1,35	0,05	0,08
- na 7 dagen :	4,50	14,30	11,35	12,15
- na 12 dagen :	18,55	26,60	23,10	25,55
Aanvankelijke wortelgroei (bewortelingsklasse/dag) :	4,5	6,5	5,7	6,0

B. t-test der resultaten na 12 dagen :

- Het verschil is significant (risico 5%) indien dit groter is dan 3,2.
- Het verschil is zeer significant (1%) indien dit groter is dan 4,3.
- De beworteling is zeer significant beter in II en IV dan in I.
- De beworteling is significant beter - in II dan in III.
 - in III dan in I.
- Tussen II en IV en tussen III en IV geen significant verschil.

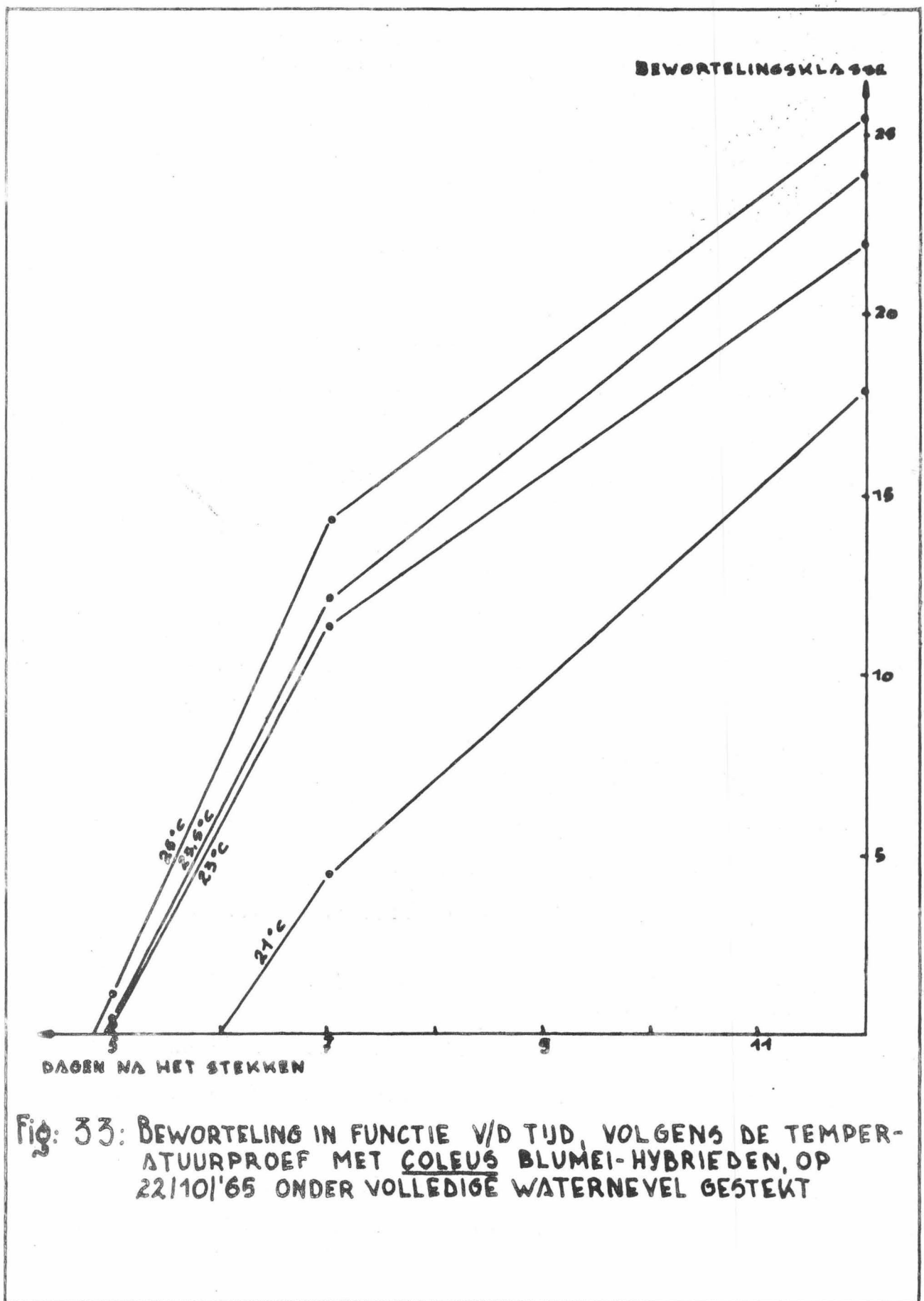


Fig. 33: BEWORTELING IN FUNCTIE V/D TIJD, VOLGENS DE TEMPER-
ATUURPROEF MET COLEUS BLUMEI-HYBRIDEN, OP
22/10/'65 ONDER VOLLEDIGE WATERNEVEL GESTEKT

Tabel 38. : Beworteling volgens de proef met 4 x 20 Coleus Blumei-
----- hybriden gestekt op 2/2/1966 bij 4 verschillende tem-
peraturen, onder volledige waternevel.

A. Gegevens en waarnemingen :

Vorm der stekken : gesneden boven een knoop.

Kunstlicht : 6 "Gro-lux"-lampen van 20 Watt per kast
(\pm 240 Watt/m²); 16 h/dag.

Waternevel : Gebalanceerde voedingsoplossing met zoutconcentratie
van 2,5 meq/l.

Proefkast :	I	II	III	IV
Gemiddelde temperatuur (° C) :	27,0	30,5	33,5	31,5
Aanvang wortelgroei (na ... dagen) :	4,0	3,9	-	6,0
Gemiddelde bewortelingsklasse				
- na 5 dagen :	7,75	7,05	0	0
- na 7 dagen :	23,80	20,80	0	1,55
Aanvankelijke wortelgroei (bewortelingsklasse/dag) :	8,03	6,88	0	1,55

B. t-test der resultaten na 7 dagen :

- Het verschil is significant (risico 5%) indien dit groter is dan 1,36.
- Het verschil is zeer significant (risico 1%) indien dit groter is dan 1,84.
- De beworteling in proefkast I is zeer significant beter dan die in proefkast II; deze laatste is zeer significant beter dan die in proefkast IV en deze laatste is significant beter dan die in proefkast III.

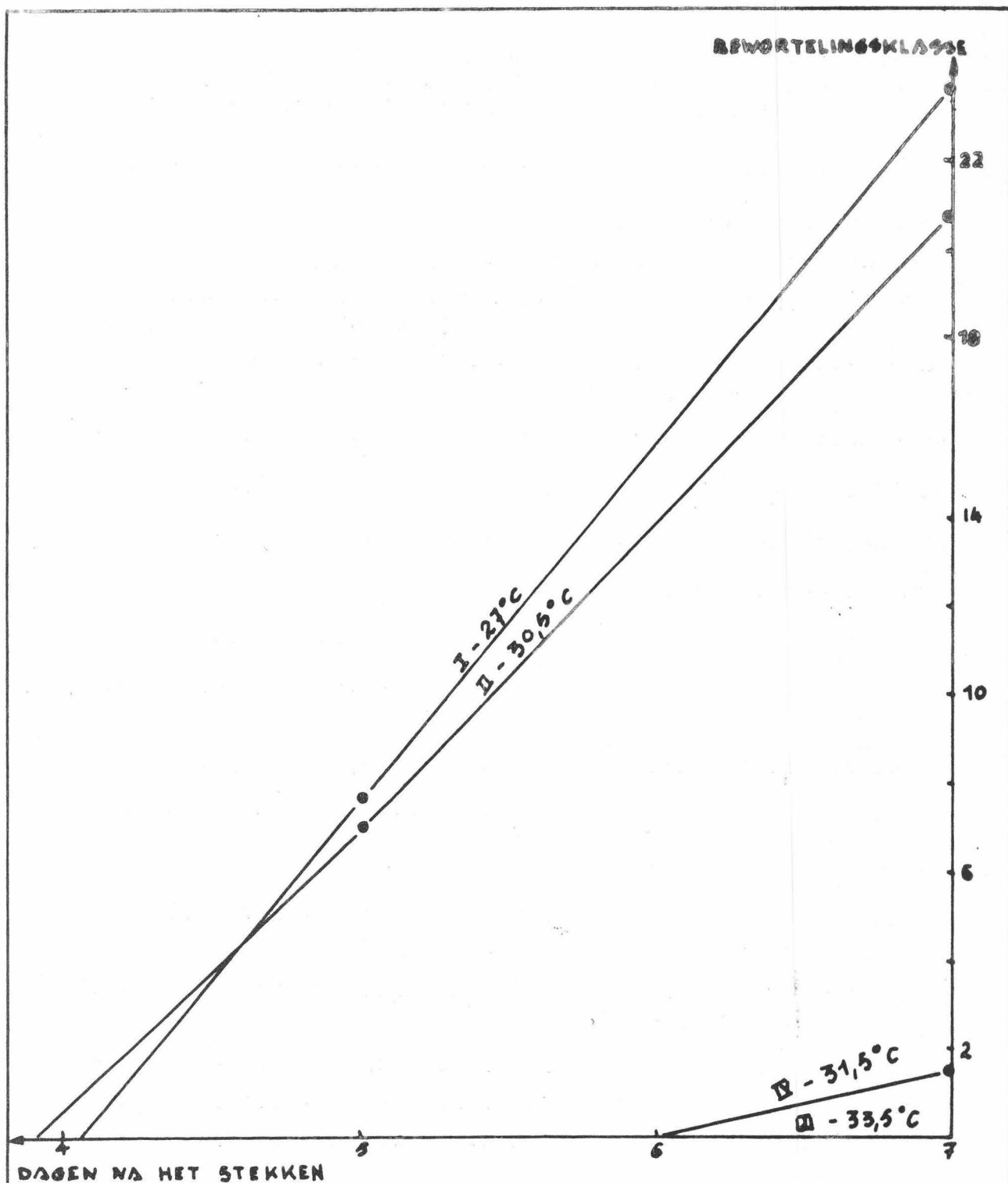
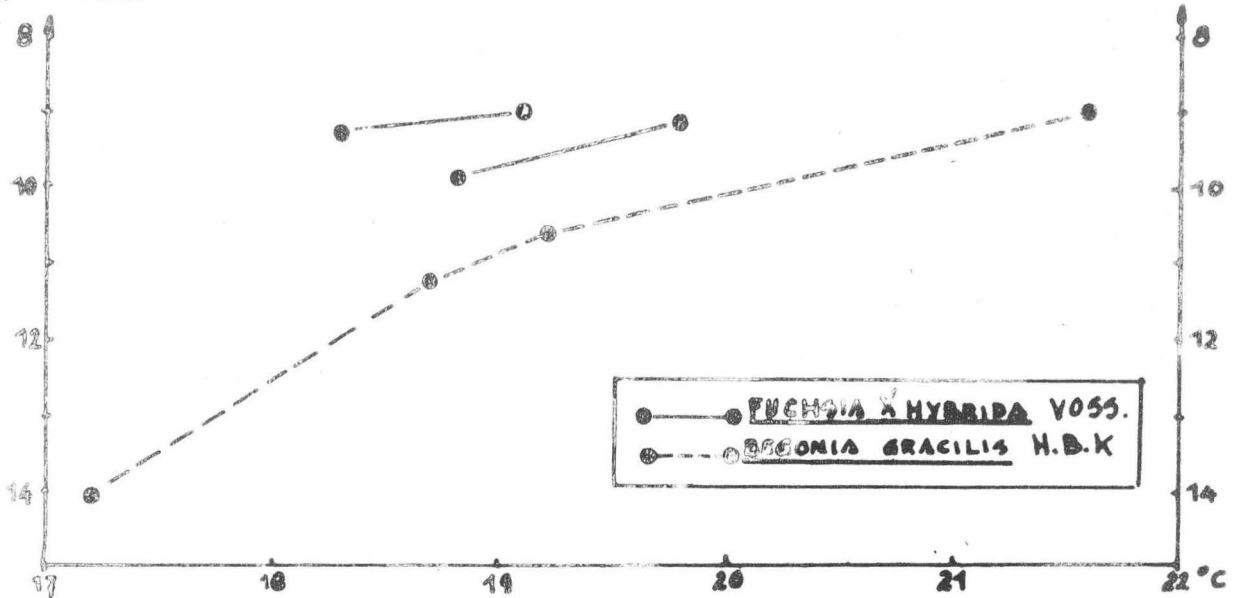


Fig: 34: BEWORTELING IN FUNCTIE V/D TIJD VOLGENS DE MAX. TEMPERATUURPROEF MET COLEUS - BLUMEI - HYBRIDEN OP 2/2/'66. ONDER VOLLEDIGE WATERNEVEL GESTEKT

DAGEN NA HET
STEKKEN

A: DUUR V/D WORTELAANLEG



BEWORTELINGS-
KLASSE / DAG

B: AANVANKELIJKE
WORTELAANGROEI

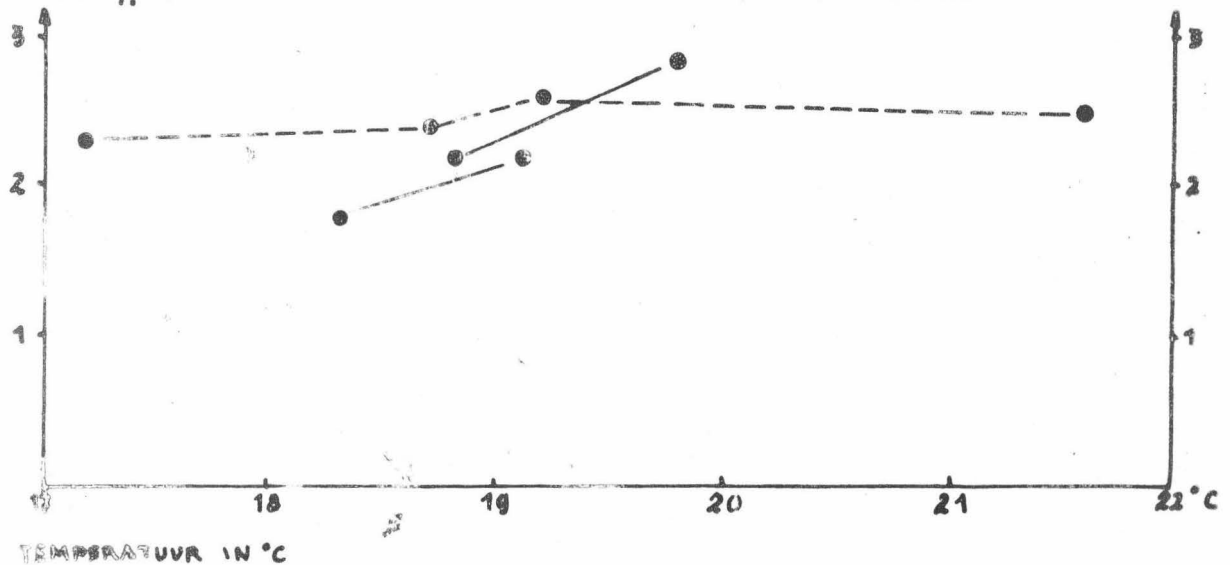


Fig. 35: DUUR V/D WORTELAANLEG EN AANVANKELIJKE
WORTELAANGROEI, IN FUNCTIE V/D TEMPERATUUR
VOLGENS EEN PROEF MET FUCHSIA X HYBRIDA VOSS.
EN MET BEGONIA GRACILIS H.B.K. ONDER VOLLEDIGE WATERNEVEL

5.2.4. Invloed van het licht op de beworteling van stekken.

Bij de eerste proeven die met volledige waternevel werden aangelegd hadden wij reeds ondervonden dat het licht, zowel de lichtintensiteit als de fotoperiode, een invloed heeft op het inwortelen van stekken. Om de juiste toedracht van die invloed te kunnen nagaan, en om hem zoveel mogelijk onafhankelijk te maken van de temperatuur, hebben wij in ons tweede stel proefkasten voor volledige waternevel enkele proeven met verschillende lichtsterkten en fotoperioden aangelegd. De temperatuur trachtten wij tussen 25 en 27° C te houden, omdat dan de invloed van geringe temperatuurverschillen te verwaarlozen is, vermits deze waarden rond het optimum voor wortelaanleg en voor aanvangelijke wortelgroei gelegen zijn.

5.2.4.1. Invloed van de lichtsterkte.

Betreffende de invloed van de lichtsterkte op het inwortelen van stekken onder volledige waternevel, werden in onze tweede installatie twee proeven aangelegd. Als proefplant namen wij Salvia splendens SELLO 'Sint Jansvuur'. Telkens werden 40 stekken per kast geplaatst. Bij de eerste dezer proeven, die op 18/10/1965 werd aangelegd, vergeleken wij de lichtintensiteiten bekomen door het gebruik van 2, 4, 8 en 16 "Gro-lux"-lampen (van 60 cm en van 20 Watt) per kast, dit is per 0,5 m². De aldus bekomen lichtsterkten bedroegen respectievelijk 650, 1.100, 2.200 en 4.500 lux, gemeten met een luxmeter volgens B. LANGE ter hoogte van de bladeren der stekken.

Als sproeiwater werd enkel gedistilleerd water gebruikt. De fotoperiode was hier 12 uur licht per dag. De metingen der wortels geschiedden na 5 en na 7 dagen.

De tweede dezer proeven werd op 4/3/1966 aangelegd. Daar gebruikten wij 1, 3, 6 en 16 "Gro-lux"-lampen per kast, zodat wij lichtintensiteiten ter hoogte der bladeren van 300, 850, 1.600 en 4.300 lux bekamen. Hier werd een gebalanceerde voedingsoplossing van 3,5 meq/l voedingszouten gebruikt. Er werd 16 uur per dag licht gegeven. De waarnemingen gebeurden 5, 6, 7, 8 en 10 dagen na het plaatsen der stekken.

De resultaten en t-testen van deze proeven zijn in de tabellen 39 en 40 samengevat, terwijl in de figuren 36 en 37 het verloop van de beworteling tegenover de tijd is voorgesteld. De geringe temperatuurverschillen die bij deze beide proeven optreden, zijn te verklaren door de straling, die bij hogere lichtintensiteiten de temperatuur doet stijgen. De thermostaten regelen inderdaad slechts de temperatuur van het water. De temperatuur der stekken is wel hoofdzakelijk afhankelijk van de watertemperatuur, doch ook de stralingen der lampen hebben daarop een zekere invloed.

De waargenomen vroegere aanvang der beworteling is uitsluitend veroorzaakt door de iets hogere temperatuur, zoals wij hoger aantoon- den. Indien de aanvankelijke wortelgroei door de temperatuur merkbaar beïnvloed wordt, gebeurt dit in tegenovergestelde zin van onze waarnemingen. De gebruikte temperaturen bevinden zich immers boven het optimum hiervan, zoals dit hoger beschreven werd. De kasten met de hoogste temperaturen, dus met de hoogste lichtintensiteit, zouden aldus een tragere aanvankelijke wortelgroei moeten hebben. Uit onze resultaten blijkt juist het tegenovergestelde, wat bewijst, dat een hogere lichtintensiteit een snellere wortelgroei bij de aanvang der beworteling voor gevolg heeft.

Het verband tussen de lichtintensiteit en de aanvankelijke wortelgroei, uitgedrukt in bewortelingsklasse per dag, is in figuur 38 grafisch voorgesteld. Hierbij valt op te merken dat beide curven een anaaloog verloop hebben.

De betere resultaten bij de proef van 4/3/1966, in vergelijking met de andere proef, zijn vooral te wijten aan het verschil der voedingsoplossingen, die voor de waternevel gebruikt werd. Enkel gedistilleerd water is als een zeer lichte concentratie van voedingszouten te beschouwen. Zoals wij hoger zagen, geeft dit minder snelle wortelgroei, dan een gebalanceerde voedingsoplossing met een concentratie van 2,5 meq/l.

Ook de fotoperiode is verschillend voor de beide proeven, namelijk 12 tegenover 16 uur licht per dag. Dit verklaart gedeeltelijk, zoals wij verder zullen zien, het verschil tussen de resultaten bij beide proeven.

Tabel 39. : Beworteling volgens de proef met 4 x 40 Salvia splendens
----- SELLO, op 18/10/1965 gestekt bij 4 verschillende licht-
intensiteiten, onder volledige waternevel.

A. Gegevens en waarnemingen :

Vorm der stekken : boven een knoop gesneden.

Fotoperiode : 12 h licht per dag.

Waternevel : gedistilleerd water.

Proefkast :	I	II	III	IV
Gemiddelde temperatuur (° C) :	26,7	26,1	25,3	25,0
Lichtintensiteiten ter hoogte der bladeren (lux) :	4.500	2.200	1.100	650
Aanvang wortelgroei (na ... dagen) :	4,9	5,0	5,0	5,1
Gemiddelde bewortelingsklasse				
- na 5 dagen :	0,33	0,10	0,05	0
- na 7 dagen :	9,35	7,35	4,68	3,83
Aanvankelijke wortelgroei (bewortelingsklasse/dag) :	4,51	3,63	2,32	1,92

B. t-test der resultaten na 7 dagen :

- Het verschil is significant (risico 5%) indien dit groter is dan 1,04.
- Het verschil is zeer significant (risico 1%) indien dit groter is dan 1,40.
- Alle verschillen zijn zeer significant behalve tussen de beworteling in de proefkasten III en IV; dit laatste verschil is niet significant.

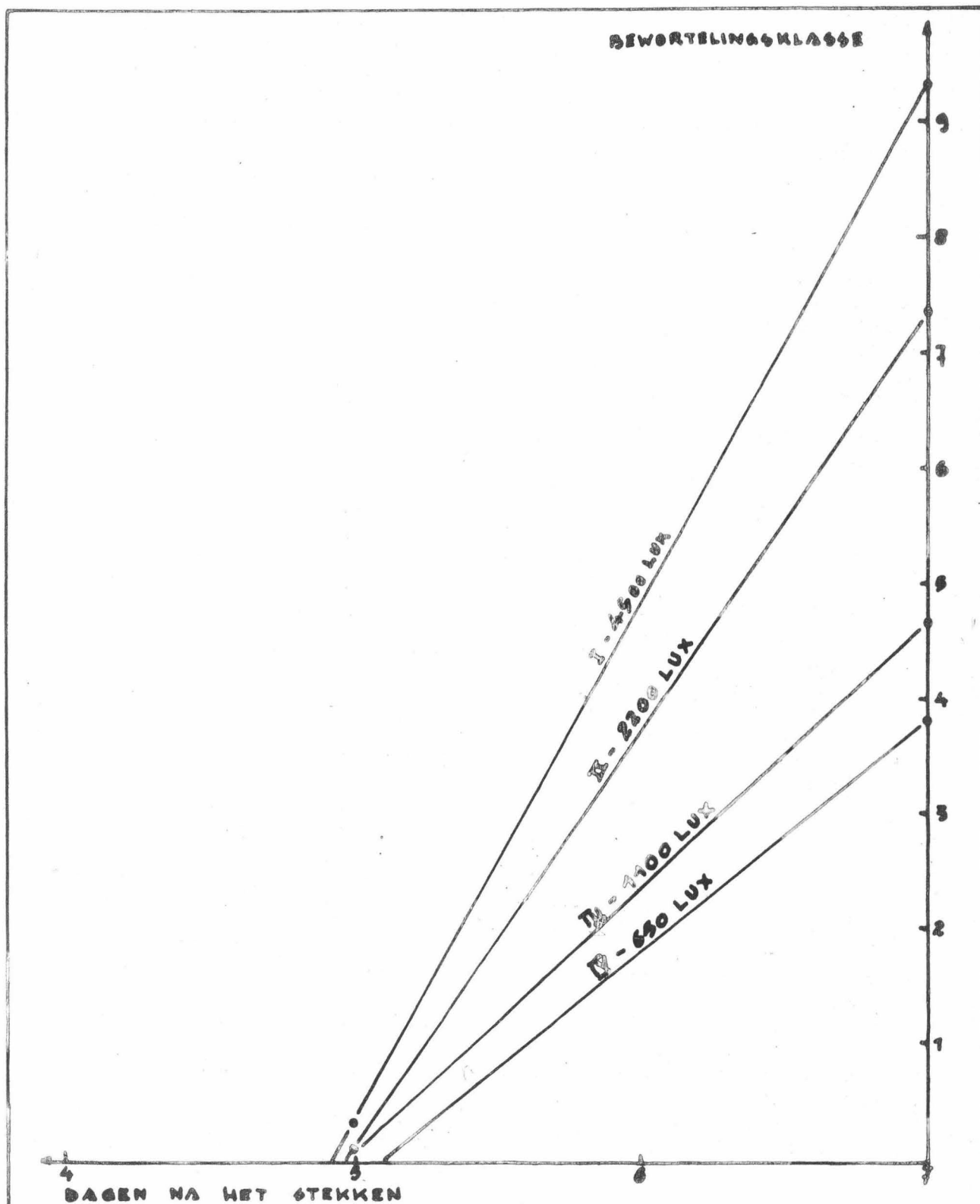


Fig: 36 :

BEWORTELING IN FUNCTIE V/D TIJD BIJ VERSCHILLENDE
LICHTINTENSITEITEN VOLGENS DE PROEF
MET SALVIA SPLENDENS SELLO OP 18/10/'65
GESTEXT

Tabel 40 : Beworteling volgens de proef met 2 x 4 x 20 Salvia splendens
 ----- SELLO, op 4/3/1966 onder volledige waternevel gestekt bij
 4 verschillende lichtintensiteiten, waarbij de helft der
 stekken de 4e dag van proefkast verplaatst werden.

A. Gegevens en waarnemingen :

Vorm der stekken : boven een knoop gesneden.

Fotoperiode: 16 h licht/dag

Waternevel : Gebalanceerde voedingsoplossing met zoutconcentratie
 van 2,5 meq/l.

Proefkast :

	I	II	III	IV
Gemiddelde temperatuur (° C) :	27,3	25,7	25,8	25,0
Lichtintensiteit (lux) :	4.300	850	1.600	300
Aantal "Gro-lux"-lampen van 20 Watt/kast :	16	3	6	1
Aanvang wortelgroei (na ... dagen) :	4,0	4,4	4,2	4,6

1°) Niet verplaatste stekken.

Gemiddelde bewortelingsklasse

- na 5 dagen :	6,35	2,80	4,05	0,95
- na 6 dagen :	12,95	7,00	8,70	2,90
- na 7 dagen :	22,85	11,85	14,45	6,55
- na 8 dagen :	27,40	15,60	19,45	9,30
- na 10 dagen :	37,55	19,90	25,50	11,85

Aanvankelijke wortelgroei

(bewortelingsklasse/dag) :	7,02	4,20	5,20	2,78
----------------------------	------	------	------	------

2°) Verplaatste stekken.

Eerste 4 dagen in proefkast :

	II	I	IV	III
Aantal lampen : - eerste 4 dagen:	3	16	1	6
- volgende dagen:	16	3	6	1

Gemiddelde bewortelingsklasse

- na 5 dagen :	3,00	6,10	0,70	2,60
- na 6 dagen :	6,65	11,25	3,00	5,75
- na 7 dagen :	12,05	18,00	7,10	11,50
- na 8 dagen :	15,05	23,35	10,80	15,30
- na 10 dagen :	21,00	30,05	15,90	19,35

Aanvankelijke wortelgroei

(bewortelingsklasse/dag) :	4,53	5,95	3,37	4,45
----------------------------	------	------	------	------

B. t-test der resultaten na 10 dagen :

- Het verschil is significant (risico 5%) indien dit
 groter is dan 3,34.

- Het verschil is zeer significant (risico 1%) indien dit
 groter is dan 4,51.

1°) Niet verplaatste stekken: overal zeer significant verschil.

2°) Verplaatste stekken: - Niet significant: tussen III/IV en II/I

- Significant: tussen IV/III en III/IV

- Elders zeer significant.

3°) Onderling: a) In de kasten I en II: niet significant tussen
 II en II/I;

elders zeer significant;

b) in de kasten III en IV: overal minstens

significant verschil.

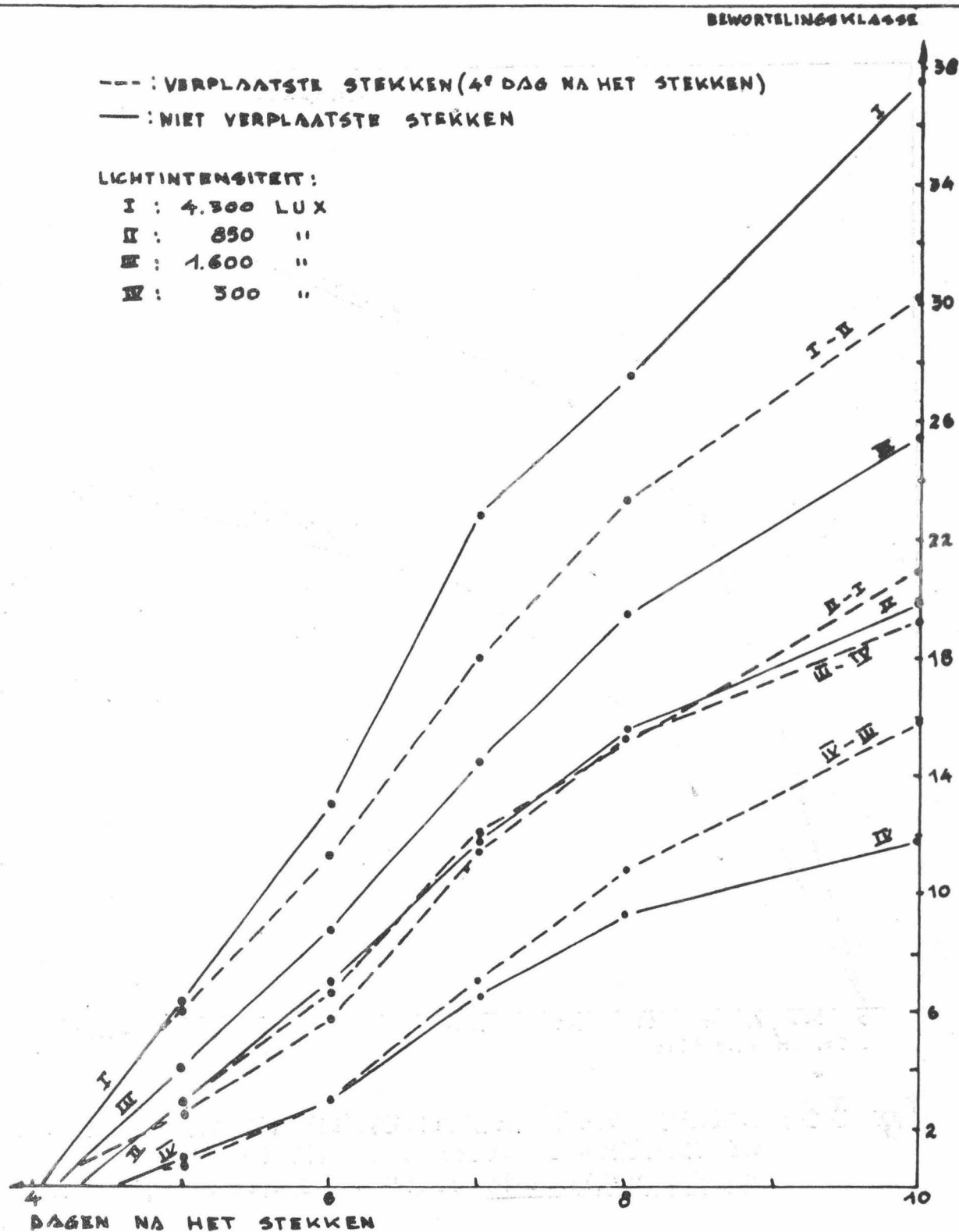


Fig. 37: BEWORTELING IN FUNCTIE V/D TIJD BIJ VERSCHILLENDE LICHTINTENSITEITEN VOLGENS DE PROEF MET SALVIA SPLENDENS SELLO OP 4/3/66 GESTEKT

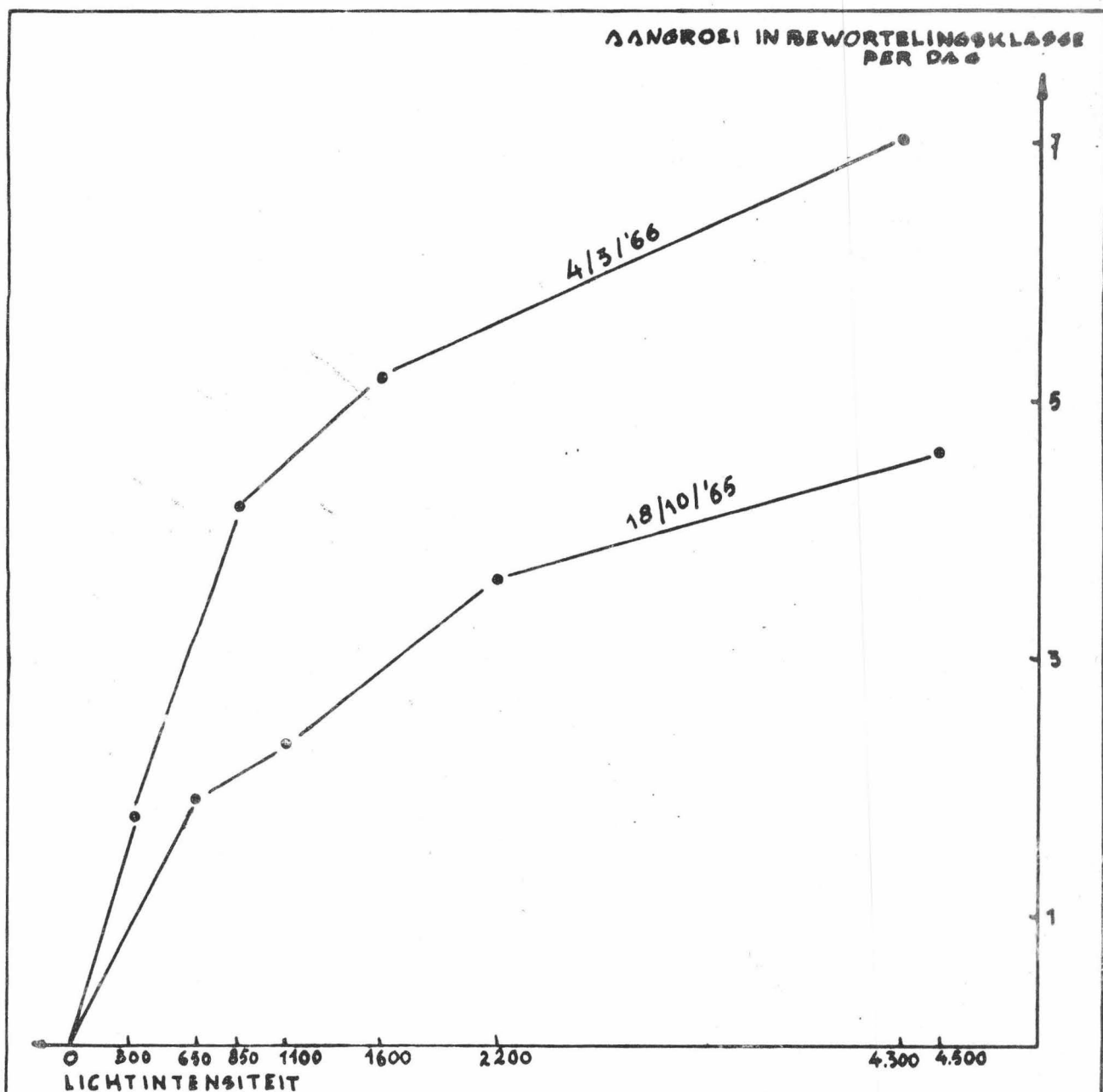


Fig 38: VERBAND TUSSEN LICHTINTENSITEIT EN AANVANKELIJKE
WORTELAANGROEI VOLGENS 2 PROEVEN MET
SALVIA SPLENDENS SELLO OP 18/10/65 EN 4/3/66 GESTEKT

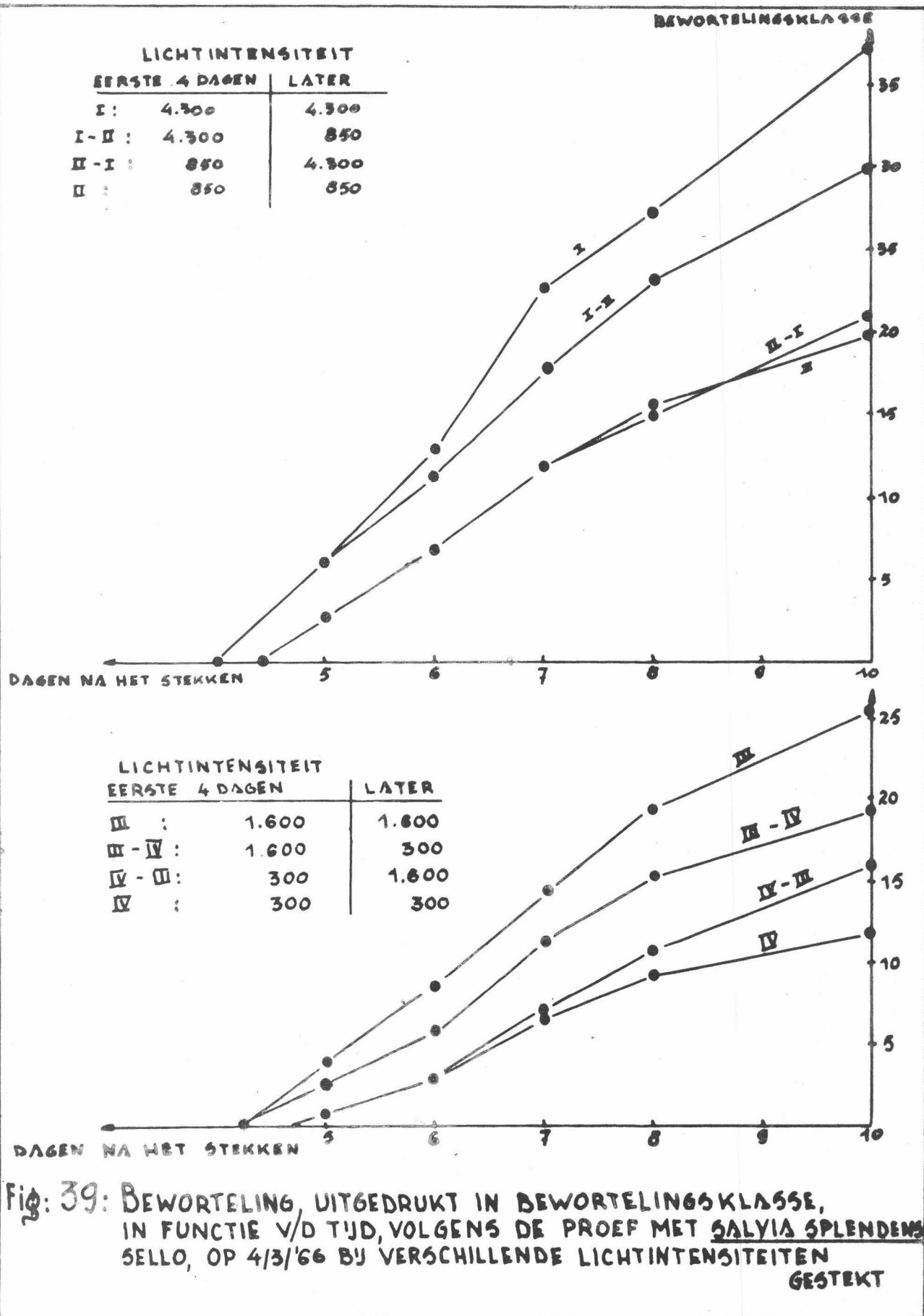
In beide gevallen veroorzaakt een hogere lichtsterkte een snellere aanvankelijke beworteling, doch de snellere beworteling is niet in verhouding met de hogere lichtintensiteit. Zo zal het viermaal sterker worden van de belichting nog niet het verdubbelen van de aanvankelijke wortelgroei voor gevolg hebben. Bij het eventueel aanwenden van kunstlicht, voor het inwortelen van stekken onder volledige waternevel in de praktijk, zouden geringere lichtsterkten economisch voordeliger uitvallen. Daarbij komen nog de kosten voor het kunstlicht gedurende de periode van wortelaanleg, waarvan de duur onafhankelijk is van de lichtintensiteit. Deze kosten zijn dus wel in evenredigheid met de lichtsterkte.

Zo blijkt uit fig. 37 dat om eenzelfde beworteling te bekomen (bijvoorbeeld bewortelingsklasse 11,85) met 1 lamp 10 dagen nodig zijn, met 3 lampen 7 dagen, met 6 lampen 6,5 en met 16 lampen 6 dagen. Dit betekent dat er met 16 lampen ongeveer 9 maal zoveel elektrische stroom voor verlichting nodig was om dezelfde beworteling te bekomen als met 1 lamp. Met 6 en met 3 lampen was er ongeveer 4 maal en resp. 2 maal meer elektrische stroom nodig dan met 1 lamp.

Anderzijds blijkt belichting tijdens de periode van wortelaanleg noodzakelijk, niettegenstaande deze belichting geen invloed heeft op de duur van deze periode. De belichting tijdens de wortelaanleg heeft wel invloed op de groei der jonge worteltjes.

Bovenstaande bevindingen kunnen afgeleid worden uit de resultaten van de proef op 4/3/1966 aangelegd en waarbij de helft der stekken een gecombineerde belichting kreeg. Twintig stekken, die de eerste 4 dagen een belichting van 16 "Gro-lux"-lampen hadden bekomen, werden de vierde dag verplaatst naar de kast, waar er 3 lampen brandden. Deze plaatswisseling gebeurde ook in tegenovergestelde zin. In de kasten met 6 en 1 lamp werden de vierde dag 20 stekken eveneens van plaats verwisseld.

De resultaten, bij deze gecombineerde belichting bekomen, zijn in tabel 40 en in figuur 39 vergeleken met de resultaten die bij gelijkmatische belichting verkregen werden. Hieruit blijkt dat de eerste lichtsterkte, alhoewel zij volledig tijdens de wortelaanleg gegeven werd, de aanvankelijke snelheid van wortelgroei nog bijna uitsluitend bepaalt gedurende de eerste 2 tot 3 dagen (periode tijdens dewelke de



welke de wortels beginnen te groeien). Eerst daarna begint de invloed van de nieuwe lichtintensiteit merkbaar te worden. Dit wijst op een vertraagde invloed van het licht op de wortelgroei, waarbij de vertraging 3 tot 4 dagen belooft. Een mogelijke verklaring hiervoor is, dat de fotosynthese-producten een bepaalde tijd nodig hebben om van uit het blad tot bij de wortels vervoerd te worden. Dit stemt overeen met de bevindingen van WASSINK (1957).

Verder blijkt nog uit figuur 39 dat de invloed van een vermindering van lichtintensiteit sneller zichtbaar is dan deze van een verhoging van de belichting. Dit wijst op een zekere nadelige invloed van iedere verandering van belichtingsomstandigheden. De plant past zich waarschijnlijk in zekere mate aan de heersende belichting aan; een verandering hiervan vergt een wederaanpassing, hetgeen ten nadele van de beworteling uitvalt.

Ook deze bevindingen stemmen overeen met hetgeen WASSINK (1957) ondervond, namelijk de verbetering van de wortelgroei, die zich met 24 h vertraging bij Acer pseudoplatanus L. voordeed, na verhoging van de lichtsterkte (van 4.000 tot 9.500 lux), was minder duidelijk dan de vermindering in wortelgroei 24 h na vermindering der lichtintensiteit (van 4.000 naar 250 lux).

Wanneer tot nu toe de aanvankelijke wortelgroei beschreven en bestudeerd werd drukten wij deze uit door middel van de aangroei in bewortelingsklasse. Aldus werd steeds bij benadering een constante aangroei in bewortelingsklasse bekomen gedurende de eerste dagen der beworteling. Dit komt overeen met een versnelling van de wortelaangroei per stek indien de wortellengte per stek beschouwd wordt. Deze versnelling heeft twee oorzaken: de toename van het aantal wortels en het sneller groeien van iedere wortel afzonderlijk.

Na een bepaald aantal dagen wordt de toename van de wortellengte per stek constant, omdat er geen nieuwe wortels meer bijkomen en omdat de groeisnelheid van iedere wortel niet meer toeneemt. Van dan af wordt de grafische voorstelling van de werkelijke wortellengte per stek in functie van de tijd een rechte.

De hoeveelheid licht bepaalt binnen zekere grenzen de fotosynthese en de kwaliteit van de fotosynthese-producten. Onrechtstreeks is de uiteindelijke snelheid van de wortelaangroei nagenoeg evenredig met de lichtintensiteit.

De temperatuur anderzijds heeft vooral invloed op de duur van het transport van de fotosynthese-producten naar de wortels. De lengte van de periode, gedurende dewelke de snelheid van wortelaangroei toeneemt, wordt voornamelijk door de temperatuur bepaald, zoals ook de aanvang van het uitgroeien der wortelbeginselen (dus de periode van wortel-aanleg) vooral door de temperatuur bepaald wordt, hetgeen hoger aangetoond werd.

Uit deze overwegingen volgt logisch dat de temperatuur eerder de duur van de wortelvorming bepaalt, terwijl het licht invloed heeft op de kwaliteit der beworteling. Dit stemt overeen, met hetgeen wij konden waarnemen bij deze proefnemingen met volledige waternevel.

Bij de proef die op 4/3/1966 is aangelegd, werd de wortellengte een tijd lang (namelijk tot 10 dagen na het stekken) regelmatig gemeten. Bij stekken onder volledige waternevel is dit gemakkelijk mogelijk zonder de wortelgroei nadelig te beïnvloeden.

In figuur 40 is de werkelijke wortellengte der stekken, die bij deze proef onder gelijkmatige belichting bleven staan, uitgezet tegenover de tijd.

Hierbij is op te merken dat de snelheid van wortelgroei na de zesde dag nagenoeg constant wordt en ongeveer in evenredigheid is met de lichtsterkte.

Aldus bepalen wij de periode van beworteling van een stek; dit is de periode, gedurende dewelke de wortels aangelegd worden en deze wortels beginnen te groeien, totdat de groeisnelheid een constante waarde heeft aangenomen. Deze periode omvat twee onderverdelingen, de periode van wortelaanleg en de periode van de eerste wortelaangroei.

De duur van deze periode schijnt, zoals uit laatst vermelde figuur blijkt, onafhankelijk te zijn van de lichtsterkte. Hetzelfde geldt voor de duur van de wortelaanleg, zoals hoger werd aangetoond. Of deze duur van de bewortelingsperiode nu ook afhankelijk is van de

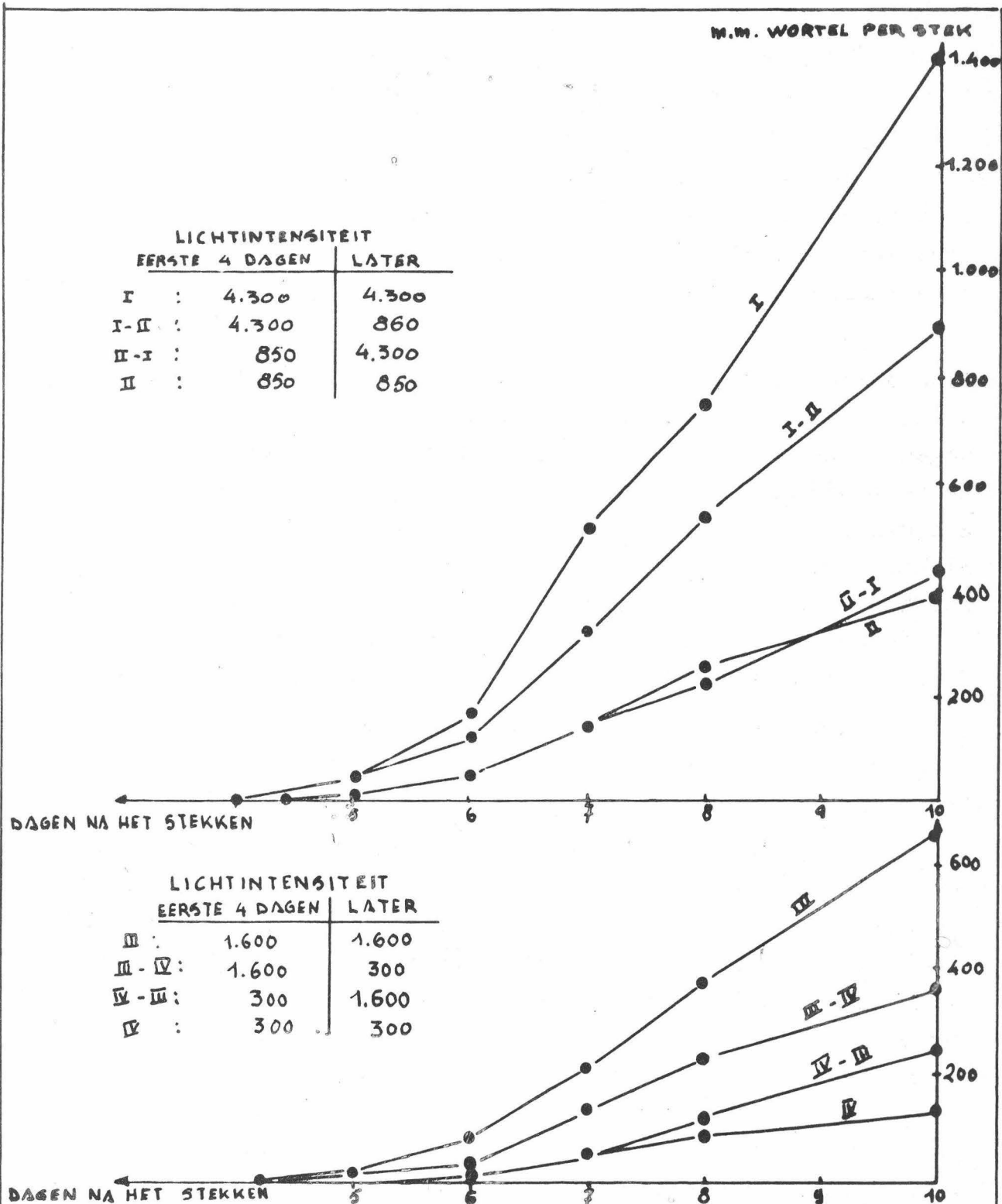


Fig: 40: BEWORTELING, UITGEDRUKT IN WORTELENTE PER STEK, IN FUNCTIE V/D TIJD, VOLGENS DE PROEF MET SALVIA SPELENDENS SELLO. OP 4/3/'66 BIJ VERSILLENDE LICHTINTENSITEITEN GESTEKT

temperatuur, hetgeen we volgens bovenstaande beschouwingen vermoeden, kon aan de hand van onze proeven niet met zekerheid aangetoond worden.

Indien wij nu de gegevens van de proef, die op 4/3/1966 werd aangelegd, verder ontleden vinden wij dat de hogere snelheid van de wortelaangroei der stekken, dank zij hogere lichtintensiteit, zowel het gevolg is van een groter aantal wortels per stek als van een hogere groeisnelheid van iedere wortel afzonderlijk, zoals blijkt uit tabel 41.

Verder zien wij, bij het ontleden van de resultaten met niet gelijkmatige belichting, dat het aantal wortels hoofdzakelijk bepaald wordt door de intensiteit van de belichting gedurende de eerste drie dagen na het stekken. De groeisnelheid van iedere wortel afzonderlijk, na de zesde dag, neemt een tussenliggende waarde aan, nl. tussen de 2 gemiddelde groeisnelheden van de stekken die onder gelijkmatige belichting bleven staan bij een van de 2 zelfde lichtsterkten. De groeisnelheid per wortel, na de zesde dag, wordt dus zowel bepaald door de lichtsterkte, waaronder de stekken de eerste drie dagen stonden, als door de lichtsterkte, die zij nadien kregen.

Dit geldt a fortiori voor de snelheid van wortelgroei per stek, aangezien daarbij het aantal wortels een rol speelt en dit aantal vooral door de eerste lichtintensiteiten bepaald wordt.

Hieruit blijkt nogmaals de vertraagde invloed van het licht op de beworteling. Deze wordt immers vooral bepaald door het licht dat de stekken de eerste drie dagen kregen, toen ze nog geen wortels hadden. Zoals hoger reeds opgemerkt werd, heeft verandering van lichtintensiteit gedurende de stekperiode een nadelige invloed op de beworteling. Dit is ook te merken aan de groeisnelheid na de zesde dag, die een hoger gemiddelde heeft voor de percelen die een gelijkmatige belichting kregen, dan voor de percelen met ongelijkmatige belichting, alhoewel de gemiddelde lichtsterkte voor beide groepen dezelfde was. Deze gemiddelde snelheid van de wortelaangroei per stek, is voor de percelen met gelijkmatige belichting 142 mm per dag en voor de percelen met ongelijkmatige belichting 110 mm per dag.

Tabel 41. : Gemiddeld aantal wortels per stek en groeisnelheid der wortels na de zesde dag, volgens de proef met 2 x 4 x 20 Salvia splendens SELLO, op 4/3/1966 onder volledige waternevel gestekt.

Proefkast :	I	II	III	IV
1°) <u>Niet verplaatste stekken</u> :				
Aantal "Gro-lux"-lampen per kast :	16	3	6	1
Gemiddeld aantal wortels per stek :	37,0	18,9	22,7	9,3
Groeisnelheid der wortels na de zesde dag (mm/dag)				
- per stek :	310	86	140	32
- per wortel :	8,4	4,5	6,2	3,4
2°) <u>Verplaatste stekken</u> :				
Proefkasten :	II-I	I-II	IV-III	III-IV
Aantal lampen per kast				
- eerste 4 dagen :	3	16	1	6
- later :	16	3	6	1
Gemiddeld aantal wortels per stek :	15,8	36,4	9,3	17,8
Groeisnelheid der wortels na de zesde dag (mm/dag)				
- per stek :	100	194	60	85
- per wortel :	6,3	5,3	6,4	4,8

5.2.4.2. Invloed van de fotoperiode.

Een lange dag heeft een gunstige invloed op de beworteling onder volledige waternevel van stekken van Salvia splendens SELLO 'Sint Jansvuur'. Dit blijkt duidelijk uit de vijf proeven, daaromtrent aangelegd en waarvan de resultaten en t-testen in de tabellen 42 tot 46 zijn samengevat.

In figuur 41 hebben we de aanvankelijke snelheid van wortelaan-groei uitgedrukt in bewortelingsklasse per dag, uitgezet tegenover de duur van de belichting per dag, voor de vijf proeven met verschillende fotoperiodes bij stekken van Salvia splendens SELLO onder volledige waternevel. De gegevens uit een zelfde proef zijn onderling met een lijn verbonden.

Tabel 42. : Beworteling volgens de proef met 4 x 40 Salvia splendens
 ----- SELLO, op 28/4/1965 gestekt bij verschillende fotoperio-
 des in het eerste stel proefkasten onder volledige water-
 nevel.

A. Gegevens en waarnemingen :

Vorm der stekken : onder een knoop gesneden.

Kunstlicht : 4 TL-lampen van 20 Watt/kast ($\pm 160 \text{ Watt/m}^2$).

Waternevel : leidingswater.

Proefkast :	I	II	III	IV
Gemiddelde temperatuur ($^{\circ} \text{C}$) :	21,5	20,5	21,5	21,5
Fotoperiode (uren licht/dag) :	16	4	8	20
Aanvang wortelgroei (na ... dagen) :	5,7	5,9	5,8	5,8
Gemiddelde bewortelingsklasse				
- na 6 dagen :	0,60	0,005	0,23	0,45
- na 8 dagen :	4,48	1,75	3,00	4,28
- na 12 dagen :	12,70	7,40	9,10	12,85
Aanvankelijke wortelgroei (bewortelingsklasse/dag) :	2,06	1,41	1,53	2,14
Gemiddeld aantal wortels/stek :	3,85	2,70	3,75	5,18

B. t-test der resultaten na 12 dagen :

- Het verschil is significant (risico 5%) indien dit groter is dan 1,40.
- Het verschil is zeer significant (risico 1%) indien dit groter is dan 1,89.
- De beworteling bij 20 h licht/dag is niet significant beter dan bij 16 h/dag.
- De beworteling bij 16 h licht/dag is zeer significant beter dan bij 8 h/dag.
- De beworteling bij 8 h licht/dag is significant beter dan bij 4 h/dag.

Tabel 43. : Beworteling volgens de proef met 4 x 40 Salvia splendens
 ----- SELLO, gestekt op 20/5/1965 bij verschillende fotoperio-
 des in het eerste stel proefkasten voor volledige water-
 nevel.

A. Gegevens en waarnemingen :

Vorm der stekken : onder een knoop gesneden.

Kunstlicht : 4 TL-lampen van 20 Watt/kast (± 160 Watt/m²).

Waternevel : leidingswater.

Proefkast :	I	II	III	IV
Gemiddelde temperatuur (° C) :	21,5	21,5	21,5	21,0
Fotoperiode (uren licht/uren duisternis) :	16/8	24/0	8/8	4/8
Verhouding: licht/licht en duisternis:	2/3	1/1	1/2	1/3
Aanvang beworteling (na ... dagen) :	5,7	5,7	5,7	6,0
Gemiddelde bewortelingsklasse				
- na 6 dagen :	0,53	0,68	0,43	0,00
- na 11 dagen :	13,25	14,90	12,08	8,47
Aanvankelijke wortelgroei (bewortelingsklasse/dag) :	2,54	2,84	2,33	1,69
Gemiddeld aantal wortels per stek :	9,25	11,4	6,85	4,43

B. t-test der resultaten na 11 dagen :

- Het verschil is significant (risico 5%) indien dit groter is dan 1,78.
- Het verschil is zeer significant (risico 1%) indien dit groter is dan 2,40.
- De beworteling bij continu licht is niet significant beter dan bij 16 h licht op 24 h; deze laatste beworteling is eveneens niet significant beter dan bij 8 h licht op 16 h.
- Elders is het verschil in beworteling zeer significant.

Tabel 44. : Beworteling volgens de proef met 2 x 4 x 20 Salvia splendens SELLO, op 7/1/1966 gestekt bij verschillende fotoperiodes in het tweede stel proefkasten voor volledige waternevel.

A. Gegevens en waarnemingen :

Vorm der stekken : boven een knoop gesneden.

Kunstlicht : 6 "Gro-lux"-lampen van 20 Watt/kast (± 240 Watt/m²).

Waternevel : Gebalanceerde voedingsoplossing met zoutconcentratie van 2,5 meq/l.

Proefkast :	I	II	III	IV
Gemiddelde temperatuur (° C) :	24,5	26,5	25,0	24,5
Fotoperiode (h licht/dag) :	0	24	8	16

1°) Niet verplaatste stekken.

Aanvang wortelgroei (na ... dagen): -		4,8	4,7	4,7
Gemiddelde bewortelingsklasse				
- na 5 dagen :	0	2,78	3,08	3,08
- na 7 dagen :	0	16,10	13,55	14,15
Aanvankelijke wortelgroei (bewortelingsklasse/dag) :	0	6,66	5,24	5,54
Gemiddeld aantal wortels per stek :	0	16,50	11,25	12,55

2°) Verplaatste stekken (4 dagen na het stekken verplaatst)

Fotoperiode - eerste 4 dagen :	24	0	16	8
- later :	0	24	8	16
Aanvang wortelgroei (na...dagen):	4,8	-	4,7	4,7
Gemiddelde bewortelingsklasse				
- na 5 dagen :	2,78	0	3,38	2,78
- na 7 dagen :	14,50	1,35	13,75	12,20
Aanvankelijke wortelgroei (bewortelingsklasse/dag) :	5,86		5,19	4,78
Gemiddeld aantal wortels per stek :	16,65	1,75	13,20	4,15

B. t-test der resultaten na 7 dagen :

- Het verschil is significant (risico 5%) indien dit groter is dan 1,58.
- Het verschil is zeer significant (risico 1%) indien dit groter is dan 2,13.

- 1) Niet verplaatste stekken : Niet significant verschil tussen fotoperiode 16 en 8, significant verschil tussen 16 en 24; elders zeer significante verschillen.
- 2) Verplaatste stekken : Niet significant verschil tussen fotoperiodes 24/0 en 16/8 en tussen 16/8 en 8/16; elders zeer significante verschillen.
- 3) Onderling : a) Proefkasten I en II: overall minstens significante verschillen.
b) Proefkasten III en IV: significant verschil tussen fotoperiodes 8/16 en 16; elders niet significante verschillen.

Tabel 45. : Beworteling volgens de proef met 2 x 4 x 20 Salvia splendens
 ----- SELLO, op 14/1/1966 gestekt bij verschillende fotoperiodes
 in het tweede stel proefkasten voor volledige waternevel.

A. Gegevens en waarnemingen :

Vorm der stekken : boven een knoop gesneden.

Kunstlicht : 6 "Gro-lux"-lampen van 20 Watt/kast (+ 240 Watt/m²).

Waternevel : Gebalanceerde voedingsoplossing met zoutconcentratie van 2,5 meq/l.

Proefkast :

	I	II	III	IV
Gemiddelde temperatuur (° C) :	24,8	24,7	24,9	24,7
Fotoperiode (h licht/dag) :	4	1	(6)*	2

1°) Niet verplaatste stekken :

Aanvang wortelgroei (na...dagen):	4,9	4,8	5,0	4,9
-----------------------------------	-----	-----	-----	-----

Gemiddelde bewortelingsklasse

- na 5 dagen :	0,33	0,15	0,15	0,15
----------------	------	------	------	------

- na 7 dagen :	7,30	1,35	7,25	5,00
----------------	------	------	------	------

- na 10 dagen :	12,70	1,80	11,00	6,45
-----------------	-------	------	-------	------

Aanvankelijke wortelgroei

(bewortelingsklasse/dag) :	3,49	0,60	3,55	2,43
----------------------------	------	------	------	------

Gemiddeld aantal wortels/stek :	6,75	1,60	6,40	4,65
---------------------------------	------	------	------	------

2°) Verplaatste stekken :

Fotoperiode - eerste dagen :	1	4	2	(6)*
- later :	4	1	6	2

Gemiddelde bewortelingsklasse

- na 5 dagen :	0,15	0,15	0,10	0,53
----------------	------	------	------	------

- na 7 dagen :	3,20	5,00	6,55	6,95
----------------	------	------	------	------

- na 10 dagen :	9,20	5,85	12,65	8,00
-----------------	------	------	-------	------

Aanvankelijke wortelgroei

(bewortelingsklasse/dag) :	1,53	2,43	3,23	3,21
----------------------------	------	------	------	------

Gemiddeld aantal wortels/stek :	5,45	4,85	6,45	5,55
---------------------------------	------	------	------	------

B. t-test der resultaten na 10 dagen :

- Het verschil is significant (risico 5%) indien dit groter is dan 1,72.

- Het verschil is zeer significant (risico 1%) indien dit groter is dan 2,32.

1) Niet verplaatste stekken : Niet significant verschil tussen de fotoperiodes 4 en 6; elders zeer significante verschillen.

2) Verplaatste stekken : Niet significant verschil tussen de fotoperiodes 1/4 en 6/2; significant verschil tussen de fotoperiodes 6/2 en 4/1; elders zeer significante verschillen.

3) Onderling : a) Proefkasten I en II : Overall zeer significante verschillen.

b) Proefkasten III en IV : Niet significante verschillen tussen de fotoperiodes 2/6 en 6 en tussen 6/2 en 2; elders zeer significante verschillen.

* Eerste 2 dagen slechts 2 h licht/dag.

Tabel 46. : Beworteling volgens de proef met 4 x 20 Salvia splendens
 ----- SELLO en 4 x 20 Coleus Blumei-hybriden op 25/2/1966 ge-
 stekt bij verschillende fotoperiodes in het tweede stel
 proefkasten voor volledige waternevel.

A. Gegevens en waarnemingen :

Vorm der stekken : boven een knoop gesneden.

Kunstlicht : 6 "Gro-lux"-lampen van 20 Watt/kast (\pm 240 Watt/m²).

Temperatuur 25° C.

Waternevel : Gebalanceerde voedingsoplossing met zoutconcentratie
 van 2,5 meq/l.

Proefkast :	I	II	III	IV
Fotoperiode :	15 sec/ 15 min	continu licht	15 sec/ 3 min	15 sec/ 3 min
Gedurende :	24h/24h	16h/24h	16h/24h	24h/24h
Totale belichting per dag :	24 min	16 h	80 min	2 h

1) Salvia splendens SELLO :

Aanvang wortelgroei (na...dagen):	-	4,5	-	6
Gemiddelde bewortelingsklasse				
- na 5 dagen :	0	3,08	0	0
- na 7 dagen :	0	16,75	0	1,4
Aanvankelijke wortelgroei (bewortelingsklasse/dag) :	0	6,84	0	1,4
Gemiddeld aantal wortels/stek na 7 dagen :	0	15,30	0	1,35

2) Coleus Blumei-hybriden :

Aanvang wortelgroei (na...dagen):	4,3	4,5	4,8	4,2
Gemiddelde bewortelingsklasse				
- na 5 dagen :	2,00	3,38	0,68	0,53
- na 7 dagen :	7,60	21,10	7,40	7,05
Aanvankelijke wortelgroei (bewortelingsklasse/dag) :	2,80	8,86	3,36	3,26
Gemiddeld aantal wortels/stek na 7 dagen :	6,65	21,70	7,25	6,55

B. t-test der resultaten na 7 dagen :

- 1) Salvia : Significant verschil indien groter dan 1,34;
 zeer significant indien groter dan 1,81.

De beworteling in proefkast II is zeer significant beter dan in
 de andere proefkasten.

De beworteling in proefkast IV is significant beter dan in I
 en III.

- 2) Coleus : Significant verschil indien groter dan 1,66;
 zeer significant indien groter dan 2,24.

De beworteling in proefkast II is zeer significant beter dan
 in de andere 3 proefkasten.

Er is geen significant verschil tussen de beworteling in deze
 3 proefkasten.

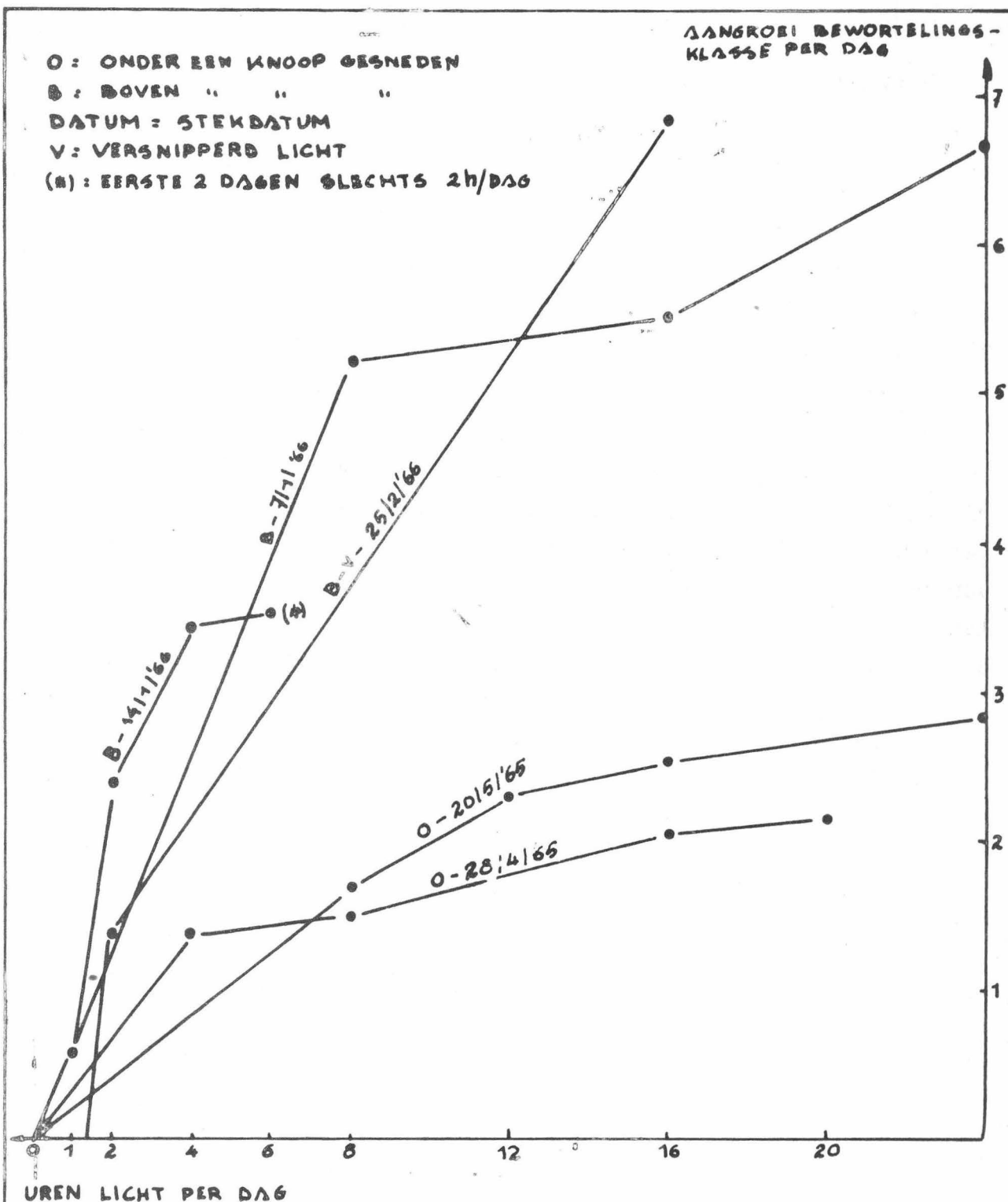


Fig: 41 : VERBAND TUSSEN DE FOTOPERIODE EN DE AANVANKELIJKE
 WORTELAANGROEI VOLGENS 5 PROEVEN MET SALVIA
SPLENDENS SELLO

Hieruit blijkt dat bij langere belichtingperioden de beworteling beter is. Bij kortere belichtingsperioden stijgt de curve sneller dan bij fotoperiode van 8 tot 24 h per dag. Dit wil zeggen dat de beworteling niet in verhouding is met de hoeveelheid licht die de stekken krijgen. Dit werd ook opgemerkt bij de studie van de invloed betreffende de lichtintensiteit op de beworteling. Bij het opdrijven van de hoeveelheid licht, verbetert de beworteling van stekken onder volledige waternevel meer bij geringe hoeveelheden dan bij grote lichthoeveelheden.

Indien wij ons echter afvragen, of het het aantal wortels is of de lengte ervan, die bij toenemende lichthoeveelheden verhoogt, zien wij dat er wel een verschil bestaat tussen de invloed van het opdrijven van de lichtintensiteit en de invloed van langere belichtingstijden per dag. Bij hogere lichtsterkten ontstaan zowel meer wortels als langere wortels. Bij het verlengen van de belichtingsduur bekomen wij dit ook, indien wij beneden de 8 h licht per dag blijven. Bij de belichtingstijden langer dan 8 h per dag, blijft de gemiddelde lengte der wortels ongeveer gelijk en stijgt alleen het aantal wortels bij verhoogde belichtingsduur. Dit blijkt uit tabel 47, waar de gegevens omtrent het aantal wortels en de gemiddelde lengte der wortels van de proeven met verschillende lichtintensiteiten en fotoperiodes in het tweede stel proefkasten, met elkaar vergeleken worden.

Bij korte fotoperiodes, waarbij de duur van een periode van licht en duisternis niet gelijk is aan 24 h, (proef van 20/5/65), schijnt de beworteling eveneens bepaald te worden door de hoeveelheid licht (zie tabel 43).

Bij zeer korte fotoperiodes, waarbij de duur van de belichting slechts van de orde van grootte van seconden en de donkere periodes van de orde van grootte van minuten is (proef van 25/2/66), is de beworteling merkkelijk geringer dan bij overeenstemmende normale fotoperiodes. Een belichtingsduur van 80 minuten per dag, bekomen door talrijke, zeer korte belichtingstijden, geeft geen beworteling bij Salvia splendens SELLO, terwijl 1 h belichting per dag, aan één stuk gegeven, een beworteling geeft die te vergelijken is met de beworteling die bekomen werd bij een dergelijke belichting van 2 h in zeer korte fotoperiodes toegediend (zie tabel 45, 46, figuur 41 en foto 27, 28, 29 en 30).

Tabel 47. : Gemiddeld aantal wortels en wortellengte, de zevende dag na het stekken
 ----- van de proeven betreffende de lichtintensiteit en fotoperiode in het
 tweede stel proefkasten.

Stekdatum	Proefplant	Lichtintensiteit (lux)		Fotoperiode h/dag		Gemiddelde (7 dagen na het stekken)		
		(a)	(b)	(a)	(b)	wortellengte/ stek (mm)	aantal wortels/ stek	lengte/ wortel (mm)
18/10/65	<u>Salvia</u> (Intensiteitsproef)	650		12		18,2	4,9	3,7
		1.100		12		25,4	4,4	5,8
		2.200		12		60,4	7,7	7,8
		4.500		12		94,8	10,6	8,9
4/3/66	<u>Salvia</u> (Intensiteitsproef)	300		16		50,6	9,3	5,4
		850		16		149,5	18,9	7,9
		1.600		16		219,4	22,7	9,7
		4.300		16		546,1	37,0	14,8
		300	1.600	16		56,2	9,3	6,0
		1.600	300	16		143,3	17,8	8,0
		850	4.300	16		158,1	15,8	10,0
		4.300	850	16		324,3	36,4	9,4
7/1/66	<u>Salvia</u> (Fotoperiodeproef)	1.650		0		0	0	0
		1.650		8		189,9	11,3	16,8
		1.650		16		209,1	12,6	16,7
		1.650		24		268,7	16,5	16,3
		1.650		0	24	3,6	1,8	2,0
		1.650		24	0	216,9	16,7	13,0
		1.650		8	16	156,2	9,2	17,1
		1.650		16	8	196,0	13,2	14,8
14/1/66	<u>Salvia</u> (Fotoperiodeproef)	1.650		1		5,7	1,4	7,0
		1.650		2		13,5	4,1	7,8
		1.650		4		62,8	5,3	12,0
		1.650		(6)		57,1	5,8	9,9
		1.650		1	4	17,7	3,0	6,0
		1.650		4	1	32,5	5,1	6,4
		1.650		2	6	51,7	5,2	10,0
		1.650		(6)	2	53,8	6,1	8,8
25/2/66	<u>Salvia</u>	1.600		0,4		0	0	0
		1.600		1,3		0	0	0
		1.600		2		4,8	1,4	3,6
		1.600		16		294,7	15,3	19,3
	<u>Coleus</u> (Fotoperiode met versnipperde licht- periodes)	1.600		0,4		65,9	6,7	9,9
		1.600		1,3		61,9	7,3	8,5
		1.600		2		58,7	6,6	9,0
		1.600		16		447,1	21,7	20,6

(a) (b) : Indien deze kolommen verdeeld zijn betekent (a) de belichting gedurende de eerste dagen na het stekken en (b) vanaf de vierde dag.

(6) : Wegens defect gedurende de 2 eerste dagen na het stekken : 2 h licht per dag.
 daarna 6 h/dag.

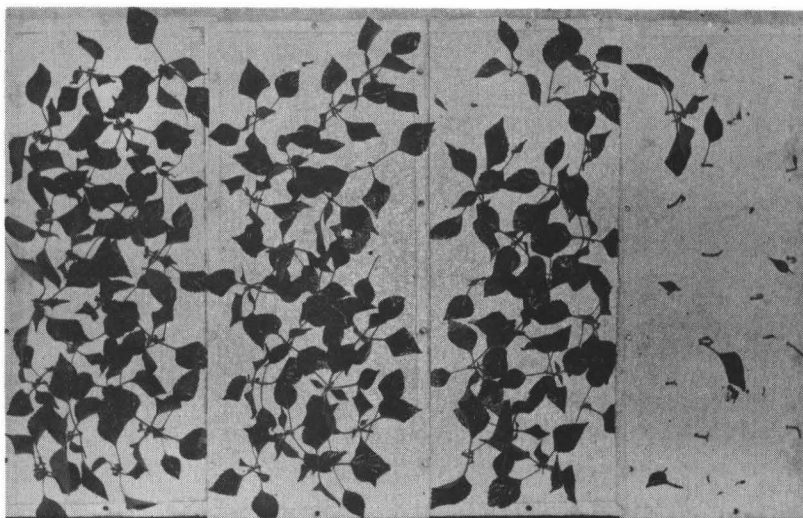


Foto 27
Bladstand bij de fotoperiode-
proef met versnipperd licht
bij Salvia.



Foto 28
Beworteling bij deze proef
bij 16 h licht per dag.

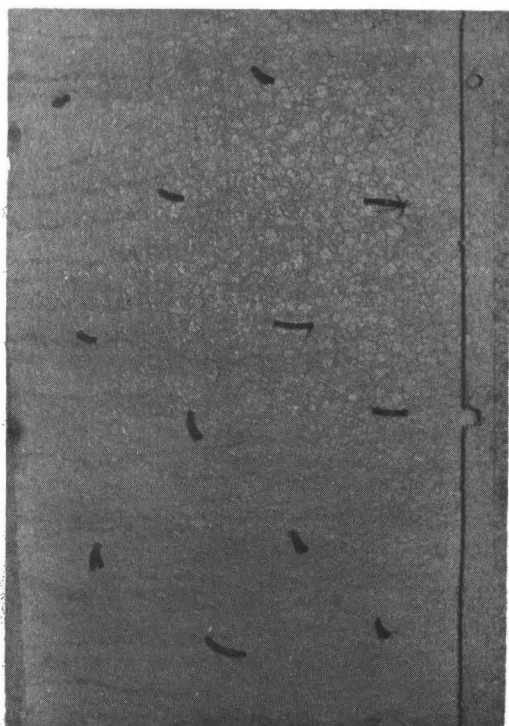


Foto 29
Beworteling bij deze proef
bij 15 sec licht om de 3 min.

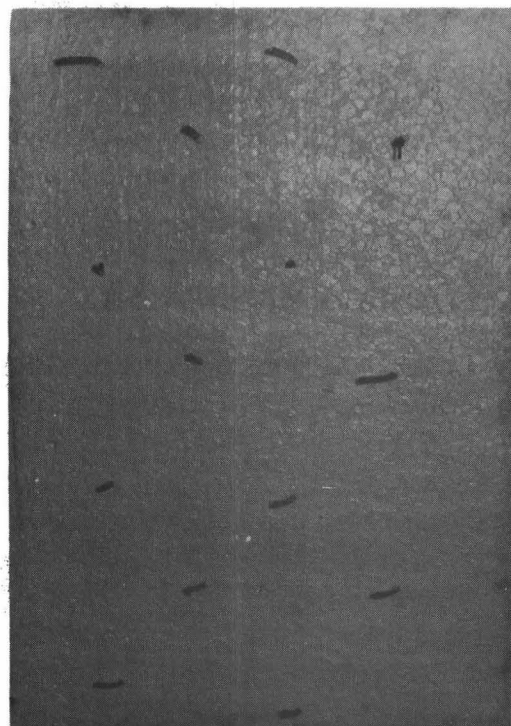


Foto 30
Geen beworteling bij deze
proef bij 15 sec licht om
de 3 min gedurende 16 h/dag.

Uit de proeven waarbij de helft der stekken de vierde dag verplaatst werden, kan men leren dat de beworteling vooral bepaald wordt door de belichting die de stekken de eerste dagen kregen, dus wanneer ze nog ongeworteld waren. Dit geldt zowel voor de wortellengte per stek als voor het aantal wortels. Hieruit blijkt nogmaals de vertraagde invloed van het licht. Deze vertraging komt waarschijnlijk door het feit dat de fotosynthese-produkten een bepaalde tijd nodig hebben om van uit de bladeren naar de stekbasis en naar de wortels vervoerd te worden. Opnieuw is het gemiddelde van de beworteling der verplaatste stekken (7,9 in bewortelingsklasse uitgedrukt), iets geringer dan het gemiddelde van de niet verplaatste stekken (8,1). De verschillen zijn andermaal niet significant.

Bovenstaande gegevens gelden slechts voor Salvia splendens SELLO 'Sint. Jansvuur'. Er werd slechts één proef met een andere plant, namelijk Coleus Blumei-hybriden genomen. Het betreft de proef met herhaalde, zeer korte belichtingsperioden gedurende enkele seconden, waartussen periodes van duisternis gedurende enkele minuten. De gegevens en resultaten van die proef werden in tabel 46 samengevat. De foto's 31, 32, 33 en 34 geven een beeld van de bladstand en van de beworteling der Coleus-stekken.

Hieruit blijkt nogmaals het zeer verschillend reageren van 2 diverse planten, die toch tot dezelfde familie behoren. Coleus geeft met zeer geringe lichthoeveelheden nog betrekkelijk goede bewortelingen.

De verklaring hiervoor dient waarschijnlijk gezocht in het verschillend gebruik van beide sierplanten. Coleus is een bladsierplant, die bij ons volledig in een serre gekweekt wordt. Bij de veredeling van deze sierplant werd spontaan op geringe lichtbehoefte geselecteerd. Salvia splendens SELLO daarentegen is een zomerbloem, die weliswaar bij ons tijdens het jeugd stadium onder glas gekweekt wordt, doch die voor het grootste gedeelte van haar teelt, tijdens de zomer, in open lucht staat.

Om nog eens extra te beklemtonen hoe nauwkeurig de beworteling van onze proefplant reageert op de klimaatomstandigheden bij onze proeven onder volledige waternevel, willen we volgende gebeurtenis aanhalen.

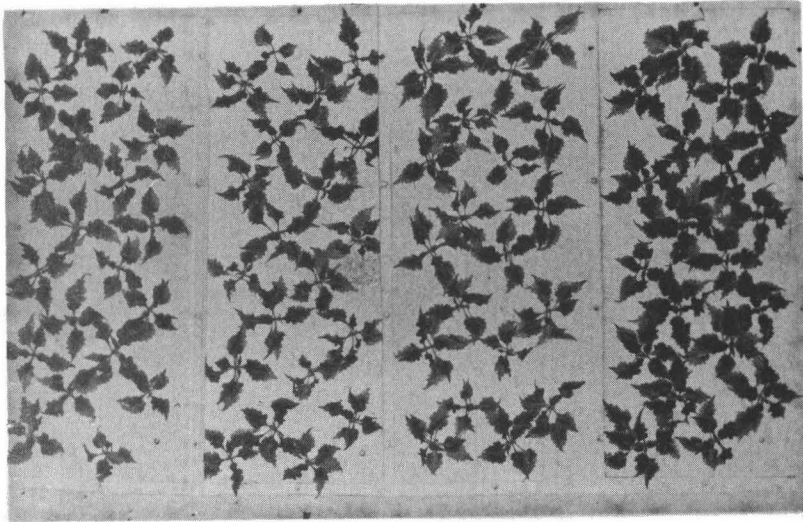


Foto 31
Bladstand bij de fotoperiode-
proef met versnipperd licht
bij Coleus.

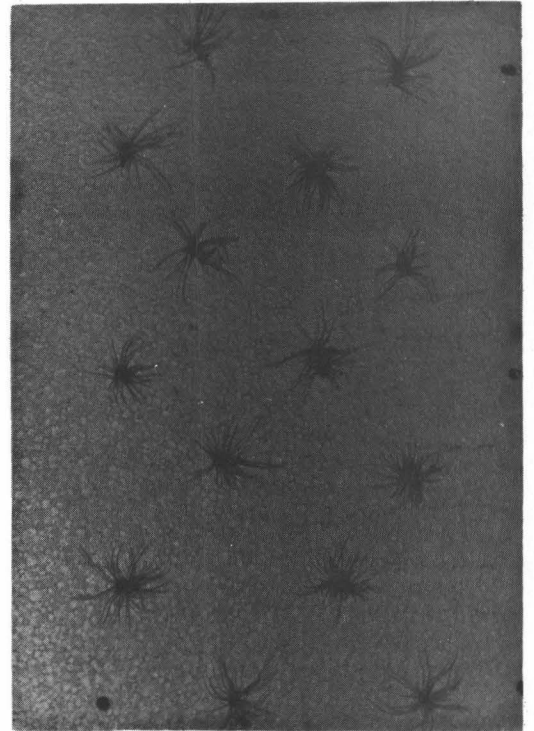


Foto 33
Beworteling bij deze proef
bij 16 h licht/dag.

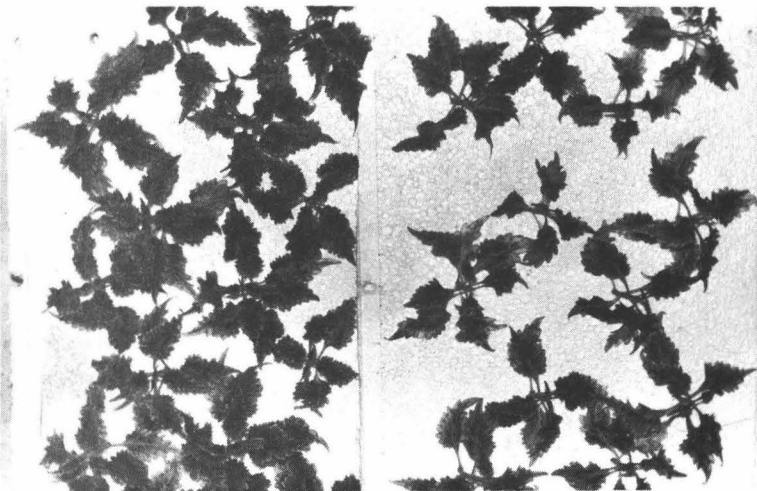


Foto 32
Detail van deze bladstand;
16 h licht/dag,
duidelijk beter dan versnipperde
belichting.

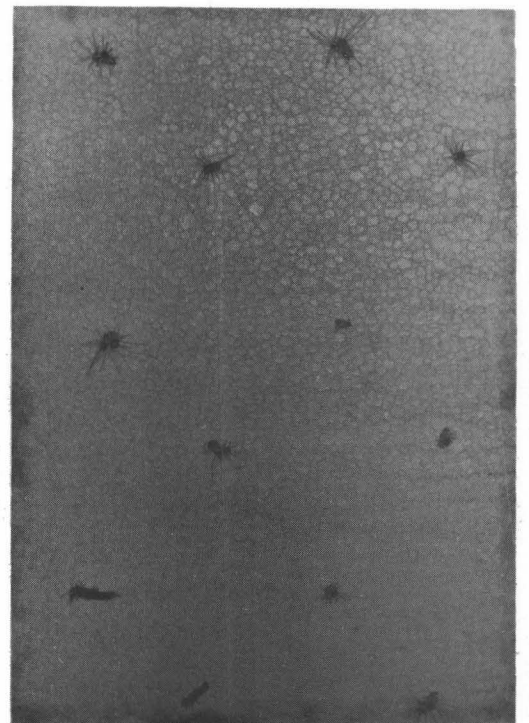


Foto 34
Beworteling bij versnipperde
belichting.

Voor de proef met 1, 2, 4 en 6 uren licht per dag hebben we een uurwerkschakelaar in de centrale regelkast moeten bijplaatsen. Aldus beschikten we over 3 timers om 4 fotoperioden in te stellen. De fotoperiode met 6 h licht per dag was een combinatie van 2 en 4 h. Op vrijdag 14/1/66 hadden wij de nodige schakelingen uitgevoerd en beproefd en alles werkte goed. Op maandag 17/1/66 bemerkten wij echter dat in de proefkast met 6 h licht, de belichting na de eerste twee uren uitviel. De fout werd aanstonds ontdekt en hersteld. Zij was veroorzaakt door een klem die niet voldoende was aangeschroefd. Hierdoor ontstond een onzekere contact dat blijkbaar de vrijdag permanent had gefunctioneerd doch in de loop van het weekeinde verbroken was geworden.

De vraag was nu : wanneer? Indien dit de maandag morgen gebeurd was, was onze proef nog juist. Indien echter dit de zondag- of zelfs de zaterdagmorgen had plaats gehad, zou onze proef in feite onjuist uitgevoerd zijn. Uit de resultaten blijkt nu duidelijk dat de laatste veronderstelling moet aangenomen worden. Uit tabel 45 en figuur 41 kan men immers duidelijk opmaken, dat er bij 6 h licht een te laag resultaat bekomen is.

5.2.4.3. Invloed van de kwaliteit van het licht.

Omtrent de invloed van de kwaliteit van het licht op de beworteling van stekken onder volledige waternevel, deden wij slechts een zeer rudimentair onderzoek. We vergeleken enkel in twee proeven het gebruik van "Gro-lux"-lampen met het gebruik van een normaal "day-light"-type van TL-lampen.

De betere uitslagen die we in beide proeven met "Gro-lux" bekwamen, zoals dit uit tabel 48 en 49 blijkt, hebben geen significante betekenis. Om significante verschillen te bekomen zou verder onderzoek nodig zijn. Het feit echter dat bij lagere lichtintensiteit tweemaal een bijna significant beter resultaat bekomen is, laat ons toe met een tamelijk grote waarschijnlijkheid te besluiten, dat de kwaliteit van de belichting bij gebruik van "Gro-lux"-lampen beter is dan bij het gebruik van "day-light" types van TL-lampen.

Tabel 48. : Beworteling volgens de proef met 2 x 40 Salvia splendens
----- SELLO, op 4/4/1966 gestekt onder volledige waternevel en
kunstlicht, met 2 verschillende soorten buislampen.

A. Gegevens en waarnemingen :

Vorm der stekken : boven een knoop gesneden.

Kunstlicht : 8 buislampen per proefperceel ($\pm 160 \text{ Watt/m}^2$);
20 h/dag.
geen glasplaat tussen lampen en stekken.

Waternevel : leidingswater, 6 seconden om de 5 minuten.

Proefperceel :	I	II
Gemiddelde temperatuur ($^{\circ} \text{C}$) :	22	22
Soort lampen :	"Day-light"	"Gro-lux"
Lichtintensiteit bij de stekken (lux) :	4.000	3.000
Gemiddelde bewortelingsklasse		
- na 8 dagen :	7,75	8,75
Gemiddeld aantal wortels per stek :	13,13	13,80
Gemiddelde lengte der wortels		
- na 8 dagen (mm) :	5,21	6,13

B. t-test der resultaten na 8 dagen :

- Het verschil ($8,75 - 7,75 = 1$) is niet significant omdat het kleiner is dan 1,30 (grenswaarde voor risico 5%).

Tabel 49. : Beworteling volgens de proef met 4 x 40 Salvia splendens
----- SELLO, op 14/11/1966 gestekt in het tweede stel proefkas-
ten voor volledige waternevel onder kunstlicht met 2 ver-
schillende soorten lampen.

A. Gegevens en waarnemingen :

Vorm der stekken : boven een knoop gesneden.

Kunstlicht : 6 lampen per proefkast (± 240 Watt/m²)

Intensiteit : "Gro-lux" 1.600 lux

"Day-light" 2.200 lux

16 h/dag

Waternevel : verzadigde gebalanceerde voedingsoplossing.

Proefkast :	I	II	III	IV
Gemiddelde temperatuur (° C) :	26,2	26,2	26,1	26,2
Soort lampen :				
- de eerste 4 dagen :	Day-light	Gro-lux	Day-light	Gro-lux
- vanaf de 5de dag :	Gro-lux	Day-light	Day-light	Gro-lux
Gemiddelde bewortelingsklasse :				
- na 5 dagen :	1,68	2,10	1,83	1,84
- na 7 dagen :	14,50	14,45	13,85	15,33
Gemiddeld aantal wortels per stek :	18,40	18,03	16,48	20,00
Gemiddelde lengte der wortels				
- na 7 dagen (mm) :	15,53	15,31	14,93	16,21

B. t-test der resultaten na 7 dagen :

- Het verschil is significant (risico 5%) indien dit groter is dan 1,70.
- Er is nergens significant verschil aan te tonen.
- Tussen proefkast III en IV is het verschil in beworteling bijna significant.

5.2.4.4. Invloed van het al of niet belichten van het basisgedeelte van de stekken.

Omtrent de invloed op de beworteling onder volledige waternevel van de belichting van het basisgedeelte der stekken, leerden ons reeds onze 4 eerste proeven met volledige waternevel dat deze invloed, ten minste van een zwakke belichting van 650 lux, indien hij bestaat, uiterst gering is en niet merkbaar wegens grotere, storende invloed van geringe temperatuurverschillen (zie 5.1.3., figuur 6 en tabel 4).

Bij de eerste proeven werd immers het gebruik van zwarte, ondoorschijnende plasticfolie, voor het bevestigen der stekken, vergeleken met het gebruik van doorschijnende plasticfolie.

In het vooruitzicht van eventuele praktische toepassing van volledige waternevel, zochten wij naar vereenvoudiging van de techniek en de installatie. Daarbij dachten wij aan het ophangen der stekken in gaas met betrekkelijk grote mazen, aangepast aan de grootte der stekken. Een niet te verwaarlozen hoeveelheid licht valt dan echter op het basisgedeelte der stekken. De lichtintensiteit is aan de basis ongeveer 1/3 van wat er op de bladeren valt. Dit hangt natuurlijk af van de onderlinge afstand der stekken, hun grootte en bladstand.

Zoals hoger reeds vermeld werd, neemt men aan dat de duisternis, die bij klassieke stekmethodes bij de basis der stekken heerst, gunstig is voor de wortelvorming. Indien dit werkelijk zo is, zou het stekken onder volledige waternevel met ophanging in gevlochten draad, geen goede resultaten geven. Aangezien wij geen nadelige invloed bij gebruik van doorschijnende plasticfolie hadden kunnen aantonen, hebben wij eveneens volledige waternevel met plaatsing der stekken in gaasdraad angewend. Bij deze proef werd het gebruik van gaasdraad vergeleken met het gebruik van zwarte plasticfolie. Daarbij kan de installatie heel wat vereenvoudigd worden. Indien zonder nadeel voldoende waternevel mag gegeven worden, hetgeen we hoger aantoonen bij Salvia splendens SELLO, zijn de onderste sproeidoppen overbodig.

Deze werden bij twee kasten uitgeschakeld. Een raam, zo groot als de binnendoorsnede van de proefkast, werd met 2 stukken kippegaas bespannen. Aldus was het mogelijk de stekken in dit raam recht op te

hangen. Als proefplant namen we terug Salvia splendens SELLO 'Sint Jansvuur'. In twee proefkasten, één met kippegaas en één met zwarte plastic, werd het bovenste sproeiwater door middel van elektrische weerstandsdraad vooraf opgewarmd. Door middel van verschillende spanningen (tussen 2 en 30 Volt) en verschillende draadlengten werd ernaar gestreefd, door de weerstandsdraden ononderbroken onder spanning te houden, dezelfde temperatuur bij de stekken te bekomen. Deze regeling gebeurde bij licht. Achteraf ondervonden wij echter dat in proefkast I de stektemperatuur bij duisternis hoger lag dan in proefkast IV. Dit werd opnieuw veroorzaakt door aanwezigheid van het raam in de kelder-ruimte, (zie figuur 6) zodat proefkast I bij duisternis, dus bij stilstand van de ventilator, minder luchtverversing heeft dan proefkast IV. Daardoor stijgt de relatieve luchtvochtigheid hoger in kast I, gebeurt er minder verdamping bij het sproeien, wat minder energie opslorpt, en blijft de watertemperatuur hoger bij het vallen van de waternevel op de stekbladeren.

De resultaten van deze proef, die in tabel 50 en in figuur 42 samengevat zijn, moeten aan de hand van de verschillende temperatuurgegevens geïnterpreteerd worden. Daar immers de gemiddelde temperatuur van de stekken uit proefkast I beneden het optimum ligt voor wortel-aanleg, doch boven deze voor de aanvankelijke wortelgroei, bekwam men tussen de 5de en 7de dag na het stekken de beste beworteling in proefkast I en later in proefkast IV. Niettegenstaande deze verschillen werd toch geen nadelige invloed opgemerkt van het feit dat de stekbasis licht ontvangt.

Voor onze proefplant althans, menen wij de stelling te moeten verwerpen, dat duisternis bij de stekbasis de adventief-wortelvorming bevoordeelt. Natuurlijk blijft de mogelijkheid bestaan dat licht met een hogere intensiteit wel voor de wortelvorming nadelig is.

Tabel 50. : Beworteling volgens de proef met 4 x 40 Salvia splendens
 ----- SELLO, betreffende de belichting van de stekbasis, op
 4/10/1965 gestekt in het eerste stel proefkasten voor
 volledige waternevel.

A. Gegevens en waarnemingen :

Vorm der stekken : onder een knoop gesneden.

Kunstlicht : 4 TL-lampen van 40 Watt per kast ($\pm 160 \text{ Watt/m}^2$);
 12 h/dag.

Lichtintensiteit bij de bladeren : 1.200 lux.

Waternevel : leidingswater, 6 sec om de 5 min.

Proefkast :	I	II	III	IV
Temperatuur der stekken ($^{\circ} \text{C}$) :	26,5	20,0	19,5	23,5
Lichtintensiteit bij de stekbasis (lux) :	750	800	0	0
Aanvang wortelgroei (na...dagen) :	4,5	6,8	7,0	5,5
Gemiddelde bewortelingsklasse				
- na 7 dagen :	5,58	0,42	0,03	5,30
- na 8 dagen :	7,75	2,38	2,15	9,18
- na 11 dagen :	11,95	8,45	8,68	16,45
Aanvankelijke wortelgroei (bawortelingsklasse/dag) :	2,2	2,0	2,2	3,9
Gemiddeld aantal wortels per stek :	4,8	4,3	4,6	5,9
Gemiddelde wortellengte (mm) :	31,75	17,44	17,42	48,08

B. t-test der resultaten na 11 dagen :

- Het verschil is significant (risico 5%) indien dit groter is dan 1,26.
- Het verschil is zeer significant (risico 1%) indien dit groter is dan 1,70.
- Er is geen significant verschil tussen de beworteling van proefkast II en III.
- Elders is er overal zeer significant verschil.

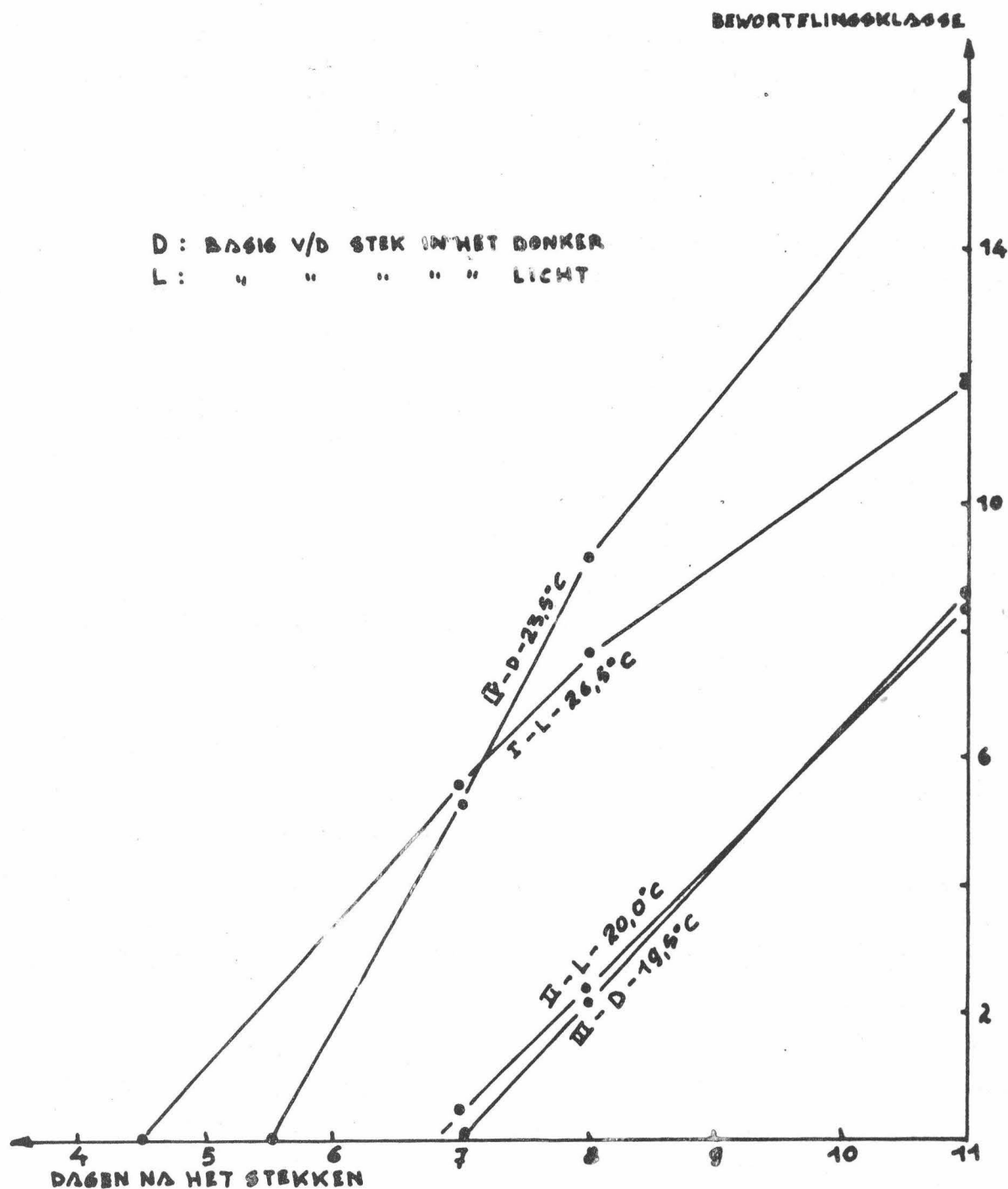


Fig: 42: BEWORTELING IN FUNCTIE V/D TIJD, VOLGENS DE PROEF MET SALVIA SPLENDENS SELLO OP 4/10/'65 GESTEKT, BIJ VERSCHILLENDE TEMP. MET DE STEKBASIS AL OF NIET BELICHT

5.2.4.5. Besluit uit de proeven betreffende de invloed van licht op de beworteling van stekken onder volledige waternevel.

Door middel van enkele proeven bewezen wij dat zowel de lichtintensiteit als de fotoperiode en waarschijnlijk ook de kwaliteit van het licht, een gunstige invloed heeft op de vorming van adventief-wortels bij Salvia splendens SELLO 'Sint Jansvuur'. Deze invloed is merkbaar, niet aan het feit dat het begin van de wortelgroei vroeger komt, doch dat er meer wortels gevormd worden, zodat er per stek meer wortellengte geschiedt. Verhoogde intensiteit geeft eveneens meer aangroei per wortel. Bij het verlengen van de belichtingstijd verhoogt de aangroei per wortel slechts tot ongeveer 8 h per dag. Met belichtingsperioden van langer dan 8 uur, bekomt men wel meer wortelaanleg per stek, omdat er meer wortels gevormd worden, doch de aangroei per wortel blijft ongeveer constant.

De beworteling wordt beïnvloed door de belichting die de bladeren een drietal dagen voordien ontvingen. Dit wijst erop dat verhoogde wortelgroei het gevolg is van verhoogde fotosynthese en dat de syntheseproducten enkele dagen tijd nodig hebben om van uit het blad tot aan de stekbasis vervoerd te worden.

Belichten van de stekbasis schijnt de beworteling van kruidachtige stekken niet te hinderen, dit ondervonden wij tenminste met Salvia splendens SELLO. Andere, zelfs verwante soorten, vertonen kwantitatieve verschillen, wat bijvoorbeeld de minimale lichtbehoefte betreft.

5.2.5. Mogelijke invloed van CO₂, samen met de waternevel op de bladeren toegediend, op de beworteling.

Tijdens een bezoek aan de Tuinbouwfakulteit van de "Koninklijke Veeartsenij- en Landbouwhogeschool" te Kopenhagen (Denemarken) vernamen wij uit mondelinge mededelingen van Professor KLOUGART, dat een atmosfeer, verrijkt met CO₂, een gunstige invloed had op de beworteling van Chrysanthemum-stekken onder dubbel glas.

Daar onder waternevel de bladeren der stekken blijvend met een waterfilm bedekt zijn, kan men zich afvragen, of het gebruik van een met CO₂ verrijkt water als waternevel op het bladgedeelte der stekken, een gunstige invloed op de beworteling zou hebben.

Hieromtrent hebben wij slechts één proef aangelegd. Daar de resultaten ervan niet overtuigend waren, hebben wij het onderzoek in die richting stopgezet.

Bij deze proef werd gedurende 9 h per dag, door middel van 50 m geperforeerde plastiekdarpjes in één van de 2 vergaarbakken van de bovenste waternevel, met een druk van $0,4 \text{ kg/cm}^2$, CO_2 gas in het water aangebracht. Wegens de goede verdeling waarmee de CO_2 toegediend werd, verzadigde het water zich met CO_2 , voor het werd opgepompt en als water boven de planten versproeid werd. Het teveel aan CO_2 kwam in de atmosfeer terecht. Het CO_2 -gehalte dat $0,03\%$ bedroeg in de kelderruimte vóór het aanzetten, steeg tamelijk snel tot $0,05\%$. In de proefkasten II en III was dit gehalte tijdens de uren waarop CO_2 toegediend werd, nagenoeg $0,10\%$ en in de proefkasten I en IV nagenoeg $0,06\%$. Na het afsluiten van de CO_2 -toevoer daalden de CO_2 gehalten tamelijk vlug, in de kelderruimte binnen het half uur en in de proefkasten binnen de 2 uur tot het normaal peil van $0,03\%$. De ventilator voor de lampenkoeling zorgde immers gans de dag door voor luchtverversing.

De stekken, die in de proefkasten II en III geplaatst waren, kregen met CO_2 verrijkte voedingsoplossing als bovenste waternevel. In proefkast III geschiedde dit tijdens de lichtperiode, in proefkast II zoveel mogelijk tijdens de duisternisperiode.

De stekken, die in de proefkasten I en IV geplaatst waren, ontvingen een normale voedingsoplossing als waternevel, de atmosfeer in de stekruimte was echter in geringe mate met CO_2 aangerijkt, in kast IV tijdens de lichtperiode, in kast I tijdens de duisternisperiode.

De gegevens, de resultaten en de t-test van de proef, die met 2 proefplanten, Salvia splendens SELLO en Coleus Blumei-hybriden geschiedde, zijn in tabel 51 vervat. Een verklaring voor de significante verschillen kunnen wij niet geven. Wel kunnen wij laten opmerken dat de gemiddelde beworteling, de licht- en temperaturomstandigheden in acht genomen, beter is dan normaal. Hoewel we daar geen strikt bewijs voor hebben, menen wij toch dat CO_2 , waarschijnlijk bij een lichte verhoging van het gehalte in de atmosfeer, de beworteling van stekken onder volledige waternevel gunstig beïnvloedt.

Tabel 51. : Beworteling volgens de proef, omtrent de mogelijke invloed van met CO₂-verrijkt water op de beworteling van stekken, met 4 x 20 Salvia splendens SELLO en 4 x 20 Coleus Blumei-hybriden op 17/2/1966 gestekt in het tweede stel proefkassen voor volledige waternevel.

A. Gegevens en waarnemingen :				
CO ₂ toegediend iedere dag van 8 tot 17 h.				
Vorm der stekken : boven een knoop gesneden.				
Kunstlicht : 6 "Gro-lux"-lampen per kast (\pm 240 Watt/m ²); 16 h/dag.				
Temperatuur : gemiddeld 25,5° C.				
Waternevel : Gebalanceerde voedingsoplossing met zoutconcentratie van 2,5 meq/l.				
Proefkast :	I	II	III	IV
CO ₂ in het bovenste sproeiwater :	neen	ja	ja	neen
Belichtingstijd : iedere dag van :	16,30h	16,30h	6h	6h
tot :	8,30h	8,30h	20h	20h
CO ₂ gehalte in stekruimte bij toediening :	0,06%	0,10%	0,10%	0,06%
a) <u>Salvia</u>				
Gemiddelde bewortelingsklasse				
- na 5 dagen :	5,38	6,23	4,08	5,08
- na 7 dagen :	16,60	19,15	15,75	15,60
Gemiddeld aantal wortels/stek :	8,8	10,9	7,7	7,3
Gemiddelde lengte der wortels(mm) :	16,08	17,40	17,21	17,19
b) <u>Coleus</u>				
Gemiddelde bewortelingsklasse				
- na 5 dagen :	8,85	8,55	9,05	7,48
- na 7 dagen :	23,50	22,80	22,25	20,00
Gemiddeld aantal wortels/stek :	11,9	12,4	10,9	9,9
Gemiddelde lengte der wortels(mm) :	23,71	22,14	23,17	21,04
B. t-test der resultaten na 7 dagen :				
a) <u>Salvia</u> :				
- Het verschil is significant (risico 5%) indien dit groter is dan 2,94.				
- Het verschil is zeer significant (risico 1%) indien dit groter is dan 3,97.				
De beworteling in proefkast II is significant beter dan in alle andere kasten. Nergens zeer significante verschillen. Elders geen significante verschillen.				
b) <u>Coleus</u> :				
- Het verschil is significant (risico 5%) indien dit groter is dan 3,28.				
- Het verschil is zeer significant (risico 1%) indien dit groter is dan 4,43.				
Enkel tussen de bewortelingen in de proefkasten I en IV is er significant verschil. Elders geen significante verschillen.				

5.2.6. Besluit uit de proeven met stekken onder "volledige waternevel".

Als besluit uit de stekproeven onder volledige waternevel, durven wij beweren, dat deze stekmethode goed bruikbaar is bij wetenschappelijk onderzoek betreffende de adventief-wortelvorming van stekken. Voor dit besluit steunen wij ons zowel op de voordelen en uitbreidingsmogelijkheden die deze werkwijze biedt, als op de resultaten die ermee bekomen werden.

Dit besluit willen wij even toelichten aan de hand van de ervaringen die wij bij dit onderzoek opdeden.

5.2.6.1. Voordelen van de stekmethode "onder volledige waternevel".

De voornaamste voordelen van deze werkwijze zijn het gevolg :

1. van de afwezigheid van een substraat;
2. van de volledige toepassing van waternevel.

1. De afwezigheid van een substraat laat de onderzoeker toe de wortelvorming "de visu" te volgen. Waarnemingen zijn steeds mogelijk, zonder dat het bewortelingsproces daardoor gestoord wordt. Ook herhaalde tellingen en metingen van het aantal wortels en van hun lengte, zijn gemakkelijk uit te voeren zonder hinder voor de plant. Daar men het bewortelingsproces permanent kan volgen, is het mogelijk het geschikste ogenblik voor metingen en voor microscopisch onderzoek uit te kiezen.

De afwezigheid van het substraat biedt nog verdere voordelen, zoals het verminderen van het infectiegevaar. Het verminderen van deze storende factor laat toe, vlugger besluiten te trekken, wegens het kleiner worden van de verscheidenheid, zodat rapper significante verschillen aan te tonen zijn.

2. De integrale toepassing van waternevel, dus van bedekking met een dunne waterfilm, geeft de mogelijkheid van een vereenvoudigde klimaatregeling. Constante bevochtiging der stekken, door middel van herhaalde besproeiingen, schakelt, zoals de ondervinding leert, de meeste infecties uit. Op die manier wordt de klimaatsfactor vochtigheid constant gehouden, zonder nadelig gevolg voor de plant. Er dient dus met deze factor, die anders bij de klimaatregeling het meest moeilijkheden biedt, geen verdere rekening gehouden te worden.

Daarenboven is de regeling van de temperatuur via het water, in voldoende afgesloten ruimten mogelijk. Dit brengt ook een vereenvoudiging met zich mee, omdat het minder ingewikkeld is een hoeveelheid water op gewenste temperatuur te brengen dan een stekruimte.

Waternevel toegepast op het basisgedeelte van een plant, in casu een stek, is in feite een vorm van hydrocultuur. Dit biedt zoals iedere hydrocultuur, voordelen bij het onderzoek omtrent de minerale voeding. Het gedrag van verbindingen en ionen in het water is immers eenvoudiger dan in een heterogeen substraat.

Bij gebruik van kunstlicht ondervonden wij, dat reeds bij relatief lage intensiteiten, met een orde van grootte van 1.000 lux, er een goede beworteling kon bekomen worden. Deze lichtintensiteiten zijn met kunstlicht zeer gemakkelijk bereikbaar.

Aldus konden we de voornaamste klimaatsfactoren binnen bepaalde grenzen op zeer eenvoudige wijze regelen en hun invloed op het inwortelen van stekken nagaan.

3. Volledige waternevel biedt natuurlijk ook nadelen. Omtrent de toedracht ervan hebben wij echter weinig ondervinding. De mogelijke nadelen kan men onder de vorm van volgende vragen formuleren.

- Wordt de beworteling van stekken door het uitwassen van allerlei stoffen, die bij waternevel werd aangetoond en a fortiori bij volledige waternevel moet geschieden, nadelig beïnvloed en in hoever?

- Zijn de wortels, die zich onder volledige waternevel vormen bij afwezigheid van een substraat te vergelijken met wortels, die bij andere stekmethoden in een substraat worden gevormd?

5.2.6.2. Mogelijkheden door deze stekmethode geboden bij wetenschappelijk onderzoek.

De mogelijkheden voor het wetenschappelijk onderzoek, die door deze methode geboden worden, zijn zeer talrijk. Daarenboven biedt deze methode diverse variatie-mogelijkheden; hierdoor wordt de mogelijkheid tot toepassingen bij wetenschappelijk onderzoek nog groter.

1. Uit de grote keus toepassingsmogelijkheden van volledige waternevel voor wetenschappelijk onderzoek, hebben wij er slechts enkele als voorbeeld genomen. Een zeer interessant toepassingsgebied, waaromtrent wij geen onderzoek deden, ware bijvoorbeeld het onderzoek, omtrent de invloed van groeistimulerende stoffen, zoals fyto-hormonen, op de adventief-wortelvorming.

Het onderzoek, dat wij deden in enkele toepassingsgebieden is ook verder uit te breiden, zowel in de breedte, met andere proefplanten, als in de diepte, bijvoorbeeld door nauwere bepaling van de optimale klimaatomstandigheden, voor elk stadium der beworteling. Het onderzoek kan ook in de tijd uitgebreid worden door bijvoorbeeld de naderwerking en de invloed op de verdere wortel- en plantegroei van een bepaalde behandeling na te gaan.

2. Bij de bespreking van ons onderzoek werd reeds gewezen op enkele varianten. Bijvoorbeeld : het bekomen van de onderste waternevel door middel van een waterverstuiver; het ophangen van de stekken in "kippegaas" en het weglaten van de onderste sproeidoppen. Er bestaan nog tal van andere variatiemogelijkheden. Wij denken hier onder meer aan het toepassen van volledige waternevel onder natuurlijk licht.

5.2.6.3. Resultaten bekomen bij onderzoek met stekken onder volledige waternevel.

De resultaten van dit onderzoek en de besluiten die wij eruit hebben kunnen trekken, bewijzen, dat men een betrekkelijk eenvoudige proeftechniek, tamelijk vlug, interessante ondervindingen kunnen opgedaan worden.

Wij vermelden hier, samenvattend, de volgende gegevens die wij voor Salvia splendens SELLO 'Sint Jansvuur' gevonden hebben.

- De beworteling is onafhankelijk van de hoeveelheid versproeid water, indien deze hoeveelheid voldoende is om verwelking te voorkomen.
- Het laten uitdrogen van de snijwonde, door een paar dagen onderaan niet te sproeien, biedt geen voordeel.
- Te hoge sproeidruk voor de onderste waternevel vermindert de aanvankelijke groeisnelheid der wortels.

- Lagere sproeifrequentie, gepaard aan hoge luchtvochtigheid onderaan, verhoogt het gevaar voor rotten bij de jonge wortels.
- De samenstelling van het voedingscomplex bij het versproeien van oplossingen als waternevel, heeft geen merkbare invloed op de beworteling, ook de zoutconcentratie niet zodra de minimale waarde bereikt is, die tussen 1 en 2 meq/l schijnt te liggen.
- Sucrose-oplossing als waternevel biedt enkel merkbaar voordeel bij hoge concentratie, bijvoorbeeld van 2 gr/l.
- De plaats waar de stekken gesneden worden heeft groot belang, want de aanvankelijke wortelaangroei gebeurt bijna tweemaal sneller bij stekken die juist boven een knoop gesneden worden dan bij stekken, die men juist onder een knoop snijdt.
- De duur van de wortelaanleg en de aanvankelijke snelheid van wortelaangroei is afhankelijk van de gemiddelde stektemperatuur; de duur van de wortelaanleg hoofdzakelijk, misschien uitsluitend, van de temperatuur; de aanvankelijke groeisnelheid der wortels ook van andere factoren.
- De optimale temperatuur voor deze beide perioden van de beworteling zijn verschillend, voor de wortelaanleg ligt deze rond 27° C en voor de aanvankelijke wortelgroei rond 23° C.
- Bij een stektemperatuur hoger dan 31° C is geen beworteling mogelijk; dit experimenteerden wij bij een lichtintensiteit van ± 1.600 lux en een fotoperiode van 12 h licht per dag.
- Wat lichtintensiteit en fotoperiode betreft, betekent meer licht meer wortelaangroei, de relatieve vermeerdering neemt echter af bij hogere waarden; de lichtintensiteit experimenteerden wij slechts tot ± 4.300 lux.
- Verhoogde lichtintensiteit verhoogt het aantal wortels per stek, als ook de aangroei per wortel; langere belichtingstijden verhogen steeds het aantal wortels, doch vanaf 8 h licht per dag blijft de aangroei per wortel ongeveer constant.
- De invloed van het licht op de beworteling geschiedt met een zekere vertraging van een 3-tal dagen. Dit ondervonden wij door stekken tijdens hun bewortelingsperiode te verplaatsen, zodat zij in andere lichtomstandigheden kwamen te staan.

- Een zekere belichting, tot 1.000 lux, van het basisgedeelte der stekken, had geen merkbare nadelige invloed op de beworteling.
- Met andere soms verwante plantesoorten als proefplant werden merkbare kwantitatieve verschillen waargenomen.

Naar onze mening zijn deze resultaten van dien aard, dat verder onderzoek in die richting verantwoord is.

Samenvattend menen wij bewezen te hebben, dat volledige waternevel als onderzoeksmethode, zowel voor zuiver wetenschappelijk (botanisch) als voor toegepast wetenschappelijk (tuinbouwkundig) onderzoek, toekomstmogelijkheden biedt.

5.3. PRAKTISCHE TOEPASSINGSMOGELIJKHEDEN VAN "VOLLEDIGE WATERNEVEL".

In tabel 52 wordt een overzicht gegeven van alle proeven die met Salvia splendens SELLO in de twee stellen proefkasten voor volledige waternevel aangelegd werden. Daarbij is telkens het aantal geslaagde stekken aangegeven. De stekken die in de proefkasten geplaatst zijn, waarin de heersende omstandigheden van dien aard zijn dat er geen regelmatige beworteling kan optreden, zijn afzonderlijk, onderaan de tabel, gerangschikt. De omstandigheden bij deze laatste gevallen zijn ofwel te hoge temperatuur (meer dan 31° C), te korte of geen belichtingstijd (1 h of minder dan 1 h per dag), of te erg versnipperde belichting (15 sec om de 3 of 15 minuten).

Hetzelfde deden we in de tabel 53 voor de andere, heel wat minder gebruikte proefplanten.

Het zeer hoog slagingsprocent is hierbij opvallend. Slechts één Salvia-stek op 5.444 ging, bij gunstige omstandigheden, verloren. Deze ene stek was aan het rotten gegaan aan de stengel, op de plaats waar deze bevestigd was in schuimplastiek. Waarschijnlijk was bij het plaatsen die stengel daar gekneusd geworden. Wegens het feit, dat er zich daar een druppel water plaatst die niet ververst wordt, is er infectie gebeurd.

Afgezien van dit ene geval mag deze stekmethode voor deze plant als 100% zeker beschouwd worden.

Tabel 52. : Overzicht der proeven met Salvia splendens SELLO gestekt onder volledige waternevel.

Stekdatum	aantal stekken	aantal geworteld	aantal met wortelaanleg	% gelukt	aantal mislukte stekken	laatste controle (na...dagen)	zie tabel	zie figuur	Proefopzet
A. Eerste stel proefkasten :									
27/10/1964	160	160		100%	0	16	4	7	Fotoperiode
17/11	160	154	6	100%	0	10	5	8 en 9	Temperatuur
21/12	160	159	1	100%	0	10	8	11	Lichtintensiteit
5/1/1965	160	160		100%	0	13	9	12	Lichtintensiteit
19/1	160	160		100%	0	15	-	-	Bemesting
4/2	160	160		100%	0	11	13	16	Druk van onder
16/2	160	160		100%	0	13	-	-	Bemesting
5/3	160	160		100%	0	10	14	17	Onderste waternevel
17/3	128	128		100%	0	12	15	18	id.
31/3	160	160		100%	0	12	16	19	id.
14/4	160	159	1	100%	0	12	17	20	id.
28/4	160	160		100%	0	12	42	41	Fotoperiode
20/5	160	159	1	100%	0	11	43	41	id.
4/10	160	160		100%	0	11	50	42	Licht à basis
22/10	80	80		100%	0	12	33	27	Temperatuur
B. Tweede stel proefkasten, normale omstandigheden :									
29/9/1965	136	136		100%	0	9	30	22	Temperatuur/vorm
11/10	160	160		100%	0	7	10	-	Hoeveelheid water
18/10	160	160		100%	0	7	39	36	Lichtintensiteit
29/10	160	160		100%	0	7	23	21	Bemesting
5/11	160	160		100%	0	7	24	-	id.
12/11	160	159		99,4%	1	7	24	-	id.
19/11	160	160		100%	0	7	24	-	id.
26/11	160	160		100%	0	7	24	-	id.
6/12	160	160		100%	0	7	26	21	id.
14/12	160	160		100%	0	7	28	-	Suikeroplossing
23/12	160	160		100%	0	7	29		id.
31/12	160	160		100%	0	7	26	21	Bemesting
7/1/1966	120	120		100%	0	7	44	41	Fotoperiode
14/1	120	119	1	100%	0	7	45	41	id.
24/1	160	160		100%	0	7	11	-	Drogen snijwonde
2/2/	40	40		100%	0	7	34	-	Maximum temperatuur
10/2	80	80		100%	0	7	12	-	Drogen snijwonde
17/2	80	80		100%	0	7	51	-	CO ₂
25/2	20	20		100%	0	7	46	41	Fotoperiode
4/3	160	160		100%	0	10	40	37	Lichtintensiteit
16/3	160	160		100%	0	9	35	23	Temperatuur
30/3	160	160		100%	0	17	-	-	Bemesting
14/4	160	160		100%	0	7	49	-	Kwaliteit licht
C. Abnormale omstandigheden in het tweede stel proefkasten :									
Datum	aantal gestekt	aantal geworteld	aantal wortelaanleg	Niet geworteld niet gerot	Gerot	% geslaagd	laatste telling (na... dagen)	Opmerkingen	
7/1/1966	40	14	2		24	40%	7	eerste dagen of ganse periode 0 h licht/dag	
14/1	40	31	9			100%	7	1 h licht/dag	
2/2	40	0		40		0%	7	Temperatuur 31,5 en 33,5°C	
25/2	60	11		25	24	18,3%	7	Te zeer versnipperd licht	

Tabel 53. : Overzicht der proeven met andere planten onder volledige
----- waternevel gestekt.

Stekdatum	aantal gestekt	aantal geworteld	aantal met wortelaanleg	% gelukke stekken	aantal mislukt	laatste controle (na...dagen)	zie tabel	zie figuur	Proefopzet
A. <u>Coleus Blumei</u> -hybriden.									
a) <u>Eerste stel proefkasten</u> :									
2/9/1964	160	160		100%	0	14	4	7	Fotoperiode
9/10	160	146	14	100%	0	10	4	7	id.
22/10/1965	80	80		100%	0	12	37	32	Temperatuur
b) <u>Tweede stel proefkasten</u> :									
17/9/1965	120	120		100%	0	10	36	31	Temperatuur
29/9	24	24		100%	0	9	31		Temperatuur/vorm
2/2/1966	40	40		100%	0	7	38	33	Temperatuur (max.)
10/2	80	80		100%	0	7	12		Drogen van wonde
17/2	80	80		100%	0	7	51		CO ₂
25/2	80	80		100%	0	7	46		Fotoperiode
B. <u>Fuchsia X hybrida</u> VOSS.									
22/9/1964	160	160		100%	0	13	4	7	Fotoperiode
C. <u>Begonia gracilis</u> H.B.R.									
30/11/1964	160	160		99,4%	1*	15	6	10	Temperatuur

* was geworteld, doch de bladeren waren gerot.

Hoewel wij heel wat minder ervaring hebben met Coleus Blumei-hybriden, mag hiervoor hetzelfde beweerd worden, daar hier alle stekken binnen een zeer korte termijn wortels hadden of duidelijk wortelaanleg vertoonden.

Natuurlijk betreft het hier plantesoorten, die zeer snel beworten en gemakkelijk te stekken zijn. Anderzijds hebben wij in feite aan monocultuur gedaan. In dezelfde proefkasten werden tot 23 maal na elkaar stekken van dezelfde soort planten, (Salvia splendens SELLO) geplaatst zonder enige ontsmetting toe te passen. Bij gebruik van een substraat zou dit onmogelijk geweest zijn, tenzij met risico voor grote verliezen.

Hoewel wij bij de aanvang van dit onderzoek enkel van plan waren met deze methode wetenschappelijk onderzoek te verrichten, zijn wij, gezien de perfecte resultaten, ons beginnen afvragen of het stekken onder volledige waternevel niet in de praktijk zou toe te passen zijn.

Gezien het niet onze taak is aan praktijkonderzoek te doen, menen wij dat de oplossing voor deze vraag eerder het werk is voor een proefstation. Daarom zullen wij ons hier beperken tot enkele algemene beschouwingen. Onder de vorm van een tabel (tabel 54) worden onze bevindingen weergegeven met enkele stekken van een reeks serreplanten die onder volledige waternevel geplaatst werden. Wij wensten te weten te komen, of verschillende plantesoorten zich lenen om aldus vermenigvuldigd te worden en of de aldus gewortelde stekken zich gemakkelijk in een substraat kunnen aanpassen en verder groeien.

Deze resultaten zijn niet als definitief te beschouwen. Vooreerst hebben wij slechts gedurende één seizoen (de winter en lente 1965/66) gestekt. Voor de meeste soorten beschikten wij voor het kiezen van moederplanten slechts over de collectie van de leerstoel voor tuinbouw van de Rijksfaculteit der Landbouwwetenschappen te Gent. Van deze planten konden begrijpelijkerwijze meestal geen stekken van goede kwaliteit gesneden worden.

Bovendien is het mogelijk dat de gekozen omstandigheden voor bepaalde soorten niet gunstig waren.

Tabel 54. : Verschillende tuinbouwplanten onder volledige waternevel gestekt.

Species	Stekdatum	Installatie	Aantal	Gelukte	Begin beworteling (na...dagen)	Geplant (na...dagen)	Aantal hernomen	Opmerkingen
	(a)	(b)	(c)	(d)	(na...dagen) (e)	(na...dagen) (f)	(g)	(h)
SELAGINELLACEAE								
<i>Selaginella martensii</i> SPRING.	31/01/66	I	7	7	8	16	7	
	15/02/66	I	8	8	10	22	8	
PANDANACEAE								
<i>Pandanus sanderi</i> MAST	31/01/66	I	8	7	15	40	7	een stek gerot
CYPERACEAE								
<i>Cyperus alternifolius</i> L.	09/11/65	I	10	10	16	30	1	9 stekken na het inpotten afgestorven
	10/05/66	II	4	4	12	-	-	niet geplant
ARACEAE								
<i>Scindapsus aureus</i> ENGL.	14/01/66	I	5	5	10	20	5	
'Marble Queen'	14/01/66	I	1	1	27	-	-	niet geplant, beschadigd door bladrot
<i>Monstera deliciosa</i> LIEBM.	14/01/66	I	8	8	12	28	5	3 stekken niet geplant
<i>Monstera dilacerata</i> C. KOCH.	09/11/65	I	10	8	7	28	8	de 2 niet gelukte stekken waren nog fris op 08/12/65
<i>Philodendron andreaeanum</i> DEVANS.	14/01/66	I	7	7	14	28	6	1 stek niet geplant
<i>Philodendron scandens</i> C.KOCH en SELLO	07/03/66	I	3	3	23	27	3	kopstekken
<i>Dieffenbachia picta</i> SCHOTT.	07/03/66	III	4	4	21	30	4	kopstekken
'Jenmannii'	10/05/66	II	2	2	18	-	-	kopstekken, niet geplant
<i>Dieffenbachia picta</i> SCHOTT.	10/12/65	I	4	4	16	31	4	kopstekken
BROMELIACEAE								
Verschillende soorten	09/11/65	I	10	10	11	60	10	
	10/05/66	II	4	4	12	-	-	werden niet geplant
COMMELINACEAE								
<i>Dichorisandra reginae</i> Hort.	31/01/66	I	4	4	10	20	4	
	10/05/66	II	4	4	8	-	-	niet geplant
LILIACEAE								
<i>Cordylina stricta</i> ENDL.	10/12/65	I	4	4	16	32	4	kopstekken
<i>Cordylina rubra</i> HUEGEL	31/01/66	I	2	2	18	37	2	kopstekken
'Bruanti'	14/01/66	I	9	8	11	26	8	kopstekken - 1 stek gerot
<i>Cordylina terminalis</i> KTH.	10/05/66	II	1	1	18	-	-	kopstek, niet geplant
<i>Dracaena deremensis</i> ENGL.	07/03/66	I	1	0	-	-	-	kopstek, gerot
'Warneckii'	07/03/66	III	1	1	24	28	1	kopstek
<i>Dracaena fragrans</i> KER.	07/03/66	I	1	0	-	-	-	kopstek, gerot
'Victoria'	07/03/66	III	1	1	36	41	1	kopstek
<i>Dracaena godseffiana</i> Hort. SANDER.	07/03/66	I	4	4	25	35	4	kopstekken
	07/03/66	III	4	0	-	-	-	kopstekken, bladval
MARANTACEAE								
<i>Phrynium</i>	10/12/65	I	1	1	11	19	1	
<i>Maranta leuconeura</i> MORREN,	10/12/65	I	5	5	16	32	5	
var. <i>kerchoviana</i> MORREN	26/04/66	III	15	14	9	20	14	1 stek gerot- op het eind der stektijd : verbranding
<i>Maranta leuconeura</i> MORREN	10/12/65	I	4	0	7	-	-	na begin van beworteling, gerot
'Tricolor'	07/03/66	I	2	1	7	28	1	1 stek gerot
	07/03/66	III	3	2	15	28	2	1 stek gerot
<i>Ctenanthe lubbersiana</i> EICHLER	10/05/66	II	1	1	18	-	-	niet geplant
	10/12/65	I	3	3	24	31	3	
<i>Ctenanthe oppenheimiana</i> K. SCHUM.	26/04/66	III	12	12	9	20	12	
	26/04/66	III	1	0	-	-	-	bladverbranding
	10/05/66	II	1	1	12	-	-	niet geplant
PIPERACEAE								
<i>Peperomia arifolia</i> Hort.	10/05/66	II	4	4	12	-	-	niet geplant
<i>Peperomia obtusifolia</i> DIETR.	09/11/65	I	10	10	11	30	10	
	10/05/66	II	4	4	12	-	-	niet geplant
<i>Peperomia caperata</i> YUNCKER.	07/03/66	I	4	4	15	28	4	
'Little Fantasie'	07/03/66	III	4	4	17	35	4	eerste wortels zijn bruin geworden (verbranding)
	10/05/66	II	4	4	24	-	-	niet geplant
MORACEAE								
<i>Ficus elastica</i> ROXB.	14/01/66	I	1	0	-	-	-	kopstek, gerot
	24/02/66	I	5	0	-	-	-	kopstekken, gesneden boven een knoop, eerst 24 h in water
<i>Ficus elastica</i> ROXB.	14/01/66	I	4	4	24	40	2	stengelstekken, niet geplant, beschadiging door bladrot
'Decora'	14/01/66	I	4	2	23	45	2	kopstekken
<i>Ficus elastica</i> ROXB.	15/02/66	I	9	9	18	33	7	kopstekken, 2 werden niet geplant - bladrot
'Decora'	24/02/66	I	5	5	19	35	5	kopstekken; gesneden boven een knoop, eerst 24 h in water
<i>Ficus elastica</i> ROXB.	05/04/66	III	4	0	-	-	-	kopstekken, bladverbranding
'Schrijveriana'	24/02/66	I	1	0	-	-	-	kopstek, gesneden boven een knoop, eerst 24 h in water
<i>Ficus lyrata</i> , WARB.	05/04/66	I	24	23	17	35	19	7 kopstekken + 17 stengelstekken, de niet gewortelde nog fris op 27/09/66, te vroeg van onder waternevel, zodat er afstierven
<i>Ficus rubiginosa</i> VENT.	14/01/66	I	9	5	17	32	4	4 stekken gerot
'Variegata'	10/05/66	II	4	4	13	-	-	1 afgestorven na het planten
<i>Ficus pumila</i> L.	31/01/65	I	8	8	4	-	-	niet geplant
<i>Ficus rigo</i> BAILEY.	15/02/66	I	9	8	21	-	-	niet geplant, 1 stek gerot
URTICACEAE								
<i>Pilea cadierei</i> A. GUILL.	09/11/65	I	10	10	7	30	10	
	10/12/65	I	12	12	7	19	12	
	10/05/66	II	4	4	10	-	-	niet geplant
PROTEACEAE								
<i>Roupala brasiliensis</i> KLOTZSCH	14/01/66	I	3	0	-	-	-	nog fris op 22/03/66
	05/04/66	I	4	0	-	-	-	zeer jonge stekken, gerot
AMARANTHACEAE								
<i>Iresine herbstii</i> HOOK.	31/01/66	I	8	8	8	12	8	
	10/05/66	II	4	4	10	-	-	niet geplant
NYCTAGINACEAE								
<i>Bougainvillea glabra</i> CHOISY	09/11/65	I	10	0	-	-	-	bladval
	10/12/65	I	12	0	-	-	-	bladval
	31/01/66	I	8	0	-	-	-	zeer jonge stekken, bladval
	07/03/66	I	4	0	-	-	-	bladval
	07/03/66	III	8	0	-	-	-	bladval
<i>Bougainvillea glabra</i> CHOISY.	07/03/66	I	2	0	-	-	-	bladval
'Variegata'	07/03/66	III	6	0	-	-	-	bladval

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)
LAURACEAE								
<i>Laurus nobilis</i> L.	07/03/66	I	9	0	-	-	-	zeer jonge stekken, bladval en bladrot
	07/03/66	III	6	0	-	-	-	id.
SAXIFRAGACEAE								
<i>Hydrangea macrophylla</i> SER.	10/03/66	III	114	112	12	21	112	bladverbranding: verwelken, verkleuren
	25/03/66	III	113	113	10	-	-	en bladval
								terug verbrandingsverschijnselen,
								niet geplant
ROSACEAE								
<i>Fragaria vesca</i> L.	14/12/65	I	10	10	3	8	0	goed hernomen, later afgestorven (Botrytis)
<i>Fragaria vesca</i> L.	14/12/65	I	20	20	3	8	0	
GERANICEAE								
<i>Pelargonium grandiflorum</i> WILLD.	31/01/66	I	4	0	-	-	-	bladrot
<i>Pelargonium graveolens</i> L'HERIT.	05/04/66	III	8	7	17	-	-	bladrot
<i>Pelargonium peltatum</i> AIT.	09/11/65	I	10	0	-	-	-	totale verrotting van de stek
	10/12/65	I	8	0	-	-	-	id.
	14/01/66	I	3	0	-	-	-	id.
	07/03/66	I	5	0	-	-	-	id.
	07/03/66	III	8	0	-	-	-	id.
<i>Pelargonium zonale</i> AIT.	10/12/65	I	8	1	16	19	1	bladrot, ook bij gewortelde
	14/01/66	I	3	0	-	-	-	bladrot
	07/03/66	I	8	0	-	-	-	bladrot
	07/03/66	III	10	0	-	-	-	bladrot
EUPHORBIACEAE								
<i>Codiaeum</i>	09/11/65	I	10	10	11	32	10	niet gewortelde nog fris op 6/3/66
	15/12/65	I	16	15	18	36	15	3 stekken gerot, wegens verstopte
	05/04/66	III	13	10	20	34	10	sproeidop
	10/05/66	II	12	12	12	-	-	niet geplant
VITACEAE								
<i>Cissus antartica</i> VENT.	09/11/65	I	10	8	23	40	8	2 stekken gerot
<i>Tetrastigma voinerianum</i> PIERRE	10/05/66	II	4	4	12	-	-	niet geplant
<i>Rhoicissus rhomboidea</i> PLANCH.	09/11/65	I	10	1	20	30	1	9 stekken gerot
	31/01/66	I	8	3	19	-	-	5 stekken gerot - de gewortelde niet
								geplant
	07/03/66	I	2	2	15	-	-	niet geplant
	07/03/66	III	5	0	-	-	-	bladval en rotten van de stekken
MALVACEAE								
<i>Abutilon striatum</i> DICKS.	31/01/66	I	8	8	11	18	8	niet geplant
<i>'Thompsonii'</i>	10/05/66	II	4	4	12	-	-	niet gewortelde nog fris op 6/3/66
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	09/11/65	I	10	9	16	46	9	niet gewortelde : callus
	31/01/66	I	8	7	15	25	7	niet geplant
	10/05/66	II	4	4	12	-	-	niet geplant
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.,	31/01/66	I	8	8	14	30	8	niet geplant
var. cooperi NICHOLS	10/05/66	II	4	4	12	-	-	
BEGONIACEAE								
<i>Begonia imperialis</i> LEMAIRE	15/02/66	I	10	10	13	22	10	bladstekken
	10/05/66	II	4	4	12	-	-	bladstekken - niet geplant
<i>Begonia foliosa</i> H.B.K.	31/01/66	I	8	8	10	15	8	kopstekken
	10/05/66	II	4	4	12	-	-	kopstekken - niet geplant
<i>Begonia scharffiana</i> REGEL	09/11/65	I	10	10	7	31	10	bladstekken
<i>Begonia metallica</i> G. SMITH	31/01/66	I	8	8	10	15	8	id.
<i>Begonia boweri</i>	15/02/66	I	10	10	13	22	10	id.
<i>Begonia X'iron Cross</i>	15/02/66	I	6	6	18	32	6	id.
	10/05/66	II	4	4	12	-	-	bladstekken - niet geplant
<i>Begonia X tuberhybrida</i> VOSS.	04/03/66	III	200	198	7	20	198	veel bladverbranding, de nieuw
<i>'Multiflora'</i>	25/03/66	III	296	293	10	-	-	gevormde waren gezond
								niet geplant
MELASTOMACEAE								
<i>Medinilla magnifica</i> LINDL.	09/11/65	I	1	0	-	-	-	begin van beworteling, daarna gerot
	10/12/65	I	1	1	16	19	1	
	14/01/66	I	4	4	18	31	4	de stekken gesneden boven een knoop
	10/05/66	II	1	1	22	-	-	bewortelen best
								niet geplant
ARALEACEAE								
<i>Fatsia japonica</i> DECNE en PLANCH.	31/01/66	I	2	2	25	46	1	1 stek niet hernomen
	10/05/66	II	1	1	30	-	-	niet geplant
<i>X Fatshedera lizei</i> GUILLAUM.	10/12/65	I	16	16	11	30	15	1 stek niet hernomen
	10/05/66	II	4	4	12	-	-	niet geplant
<i>Hedera canariensis</i> WILLD.	14/01/66	I	9	9	4	19	9	
<i>'Variegata'</i>	10/05/66	II	4	4	12	-	-	niet geplant
<i>Hedera helix</i> L.	09/11/65	I	10	10	7	30	10	
<i>Polyscias balfouriana</i> BAILEY	14/01/66	I	2	2	14	28	2	niet geplant
	10/05/66	II	4	4	18	-	-	
ERICACEAE								
<i>Rhododendron simsii</i> PLANCH.	10/12/65	I	20	0	-	-	-	gerot
<i>'Concinna'</i>	15/02/66	I	27	0	-	-	-	gerot
<i>Rhododendron simsii</i> PLANCH.	02/03/66	III	200	0	-	-	-	bijna alle stekken: callus - na meer dan
								2 maand nog geen enkele geworteld
APOCYNACEAE								
<i>Nerium oleander</i> L.	05/04/66	I	4	4	13	30	4	niet geplant
	10/05/66	II	4	4	12	-	-	
ASCLEPIDACEAE								
<i>Stephanotis floribunda</i> BROGN.	09/11/65	I	10	0	-	-	-	bladval
	10/12/65	I	4	0	-	-	-	id.
	07/03/66	III	3	0	-	-	-	id.
<i>Hoya bella</i> HOOK.	14/01/66	I	2	2	6	14	2	
<i>Hoya carnosa</i> R.BR.	14/01/66	I	7	1	4	14	1	1 gerot
<i>'Variegata'</i>	15/02/66	I	7	4	10	31	4	3 gerot
<i>Hoya carnosa</i> R. BR.	14/01/66	I	2	0	-	-	-	gerot
<i>'Exotica'</i>	15/02/66	I	7	6	19	45	6	1 gerot
VERBENACEAE								
<i>Duranta repens</i> L.	05/04/66	III	9	6	17	-	-	3 gerot, de gewortelde niet geplant
	10/05/66	II	4	4	12	-	-	niet geplant
<i>Clerodendrum thomsonae</i> BALF.	14/01/66	I	5	5	10	20	5	
	10/05/66	II	4	4	12	-	-	niet geplant

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)
SOLANACEAE								
<u>Petunia X hybrida</u> VILM.	15/02/66	I	9	0	6	-	-	zeer jonge stekken, 8 gerot, 1 gerot na beworteling
<u>Brunfelsia calycina</u> BENTH., var. <u>macrantha</u> RAFFILL	05/04/66	III	13	3	13	20	3	id., 10 gerot
	09/11/65	I	10	1	65	80	1	9 mislukt door bladval
	31/01/66	I	8	0	-	-	-	bladval
	07/03/66	I	4	0	-	-	-	id.
	07/03/66	III	8	0	-	-	-	id.
GESNERIACEAE								
<u>Saintpaulia ionantha</u> H. WENDL.	09/11/65	I	10	8	14	29	6	bladstekken, 2 gerot
	10/12/65	I	16	15	16	30	15	gerot
	10/05/66	II	4	4	12	-	-	niet geplant
<u>Streptocarpus X hybridus</u> Hort.	14/01/66	I	2	2	14	19	1	bladstekken, 1 niet hernoemen
<u>Columnnea schiedeana</u> SCHLECHTD.	14/01/66	I	10	9	6	19	9	1 gerot
	10/05/66	II	4	4	10	-	-	niet geplant
<u>Hypocyrta radicans</u> KLOTZSCH en HANST.	14/01/66	I	6	6	12	19	6	
	10/05/66	II	4	4	12	-	-	niet geplant
<u>Erisea cupreata</u> HANST.								
'Metallica'	15/02/66	I	5	5	13	-	-	niet geplant
<u>Neutilocalyx lynchii</u> SPRAGUE	14/01/66	I	4	4	6	14	4	
	10/05/66	II	4	4	10	-	-	niet geplant
<u>Kohleria eriantha</u> HANST.	14/01/66	I	12	10	10	18	10	2 gerot, bij gewortelde veel verrotting
ACANTACEAE								
<u>Sanchezia nobilis</u> HOOK.								
'Glaucophylla'	14/01/66	I	7	7	10	14	7	
	10/05/66	II	4	4	12	-	-	niet geplant
<u>Hemigraphis repanda</u> HALL.	31/01/66	I	8	8	7	11	8	
	10/05/66	II	4	4	10	-	-	niet geplant
<u>Crossandra infundibuliformis</u> NEES.	14/01/66	I	2	2	11	16	2	
	09/02/66	I	4	4	14	18	4	
	10/05/66	II	4	4	12	-	-	niet geplant
<u>Aphelandra squarrosa</u> NEES, var. <u>louisae</u> Hort.	14/01/66	I	2	2	11	18	2	
	10/05/66	II	2	2	12	-	-	niet geplant
<u>Perisstrophe salicifolia</u> MIQ.								
'Aurea'	31/01/66	I	8	8	7	15	8	
	10/05/66	II	4	4	10	-	-	niet geplant
<u>Fittonia verschaffeltii</u> COEM	15/02/66	I	10	10	10	23	10	
	10/05/66	II	4	4	10	-	-	niet geplant
<u>Fittonia verschaffeltii</u> COEM, var. <u>argyoneura</u> NICHOLS.	31/01/66	I	8	8	7	20	8	
<u>Jacobinia carnea</u> NICHOLS.	05/04/66	I	5	5	7	15	5	
	10/05/66	II	4	4	10	-	-	niet geplant
CAPRIFOLIACEAE								
<u>Lonicera japonica</u> THUNB.								
'Reticulata'	05/04/66	I	13	10	13	30	10	3 gerot
COMPOSITEAE								
<u>Ageratum houstonianum</u> MILL.	22/04/66	III	135	135	6	10	135	
	10/05/66	II	4	4	8	-	-	niet geplant
<u>Gynura aurantiaca</u> DC.	31/01/66	I	4	4	10	15	4	

Een eerste reeks stekken werd geplaatst in het eerste stel proefkasten dat inmiddels was omgebouwd, namelijk met alleen sproeidoppen bovenaan en met kippegaas voor het plaatsen der stekken (zie foto 35).

Daar bij onze hoger beschreven proeven relatief goede resultaten bekomen werden met Salvia en vooral met Coleus, bij lage lichtintensiteiten, besloten wij (daar in onze proeven bijna uitsluitend met kasplanten werd gewerkt) hier ook met een gering aantal lampen te werken. Wij plaatsten 4 TL-lampen per proefkast; dit komt overeen met 160 Watt per m². Daar de gebruikte lampen reeds voor alle voorgaande proeven in het eerste stel proefkasten gediend hadden, was het rendement niet al te hoog meer. De aldus bekomen lichtintensiteit ter hoogte der stekken, bedroeg nagenoeg 1.000 lux.

De zeer goede uitslagen, bij vele soorten planten bekomen met deze lage lichtintensiteit, openen perspectieven voor de praktische toepassing van kunstlicht bij het inwortelen van stekken. Omtrent de kwaliteit van de beworteling kan men zich een beeld vormen aan de hand van de foto's 39 tot 82.

Volgens MATHES & VON HENTIG (1964) is de teelt onder kunstlicht economisch te verantwoorden indien de nodige lichtintensiteit laag genoeg is en bij voldoende hoge temperatuur (zie eveneens figuur 43).

De gunstige invloed van betrekkelijk hoge temperaturen op de vorming van adventief-wortels is gekend en bewezen wij in dit werk voor de gebruikte proefplanten.

Voor de praktijk nemen wij aan dat temperaturen van 20 tot 25° C bij de meeste planten als optimaal te aanzien zijn. Omtrent de invloed van de lichtintensiteit op de adventief-wortelvorming is nog weinig bekend. Hoger werd er ook reeds op gewezen dat geringe lichtintensiteiten en korte belichtingsperioden economisch voordeliger zouden uitvallen. Inwortelen van stekken lijkt ons een teeltstadium waarbij aanwenden van kunstlicht veel kans heeft goede diensten te kunnen bewijzen. Praktijkonderzoek in die richting behoort, naar onze mening, tot de taak van de proefstations.

Met de planten waarbij de resultaten in het eerste stel proefkasten negatief waren, hebben wij een vergelijkende proef aangelegd waarbij de lichtintensiteit, naast de reeds gebruikte 1.000 lux, in een nieuwe



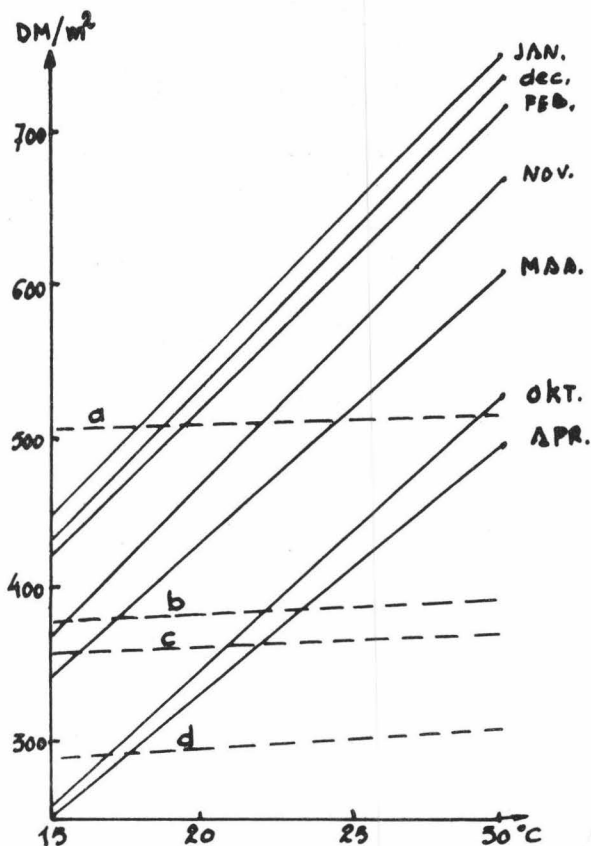
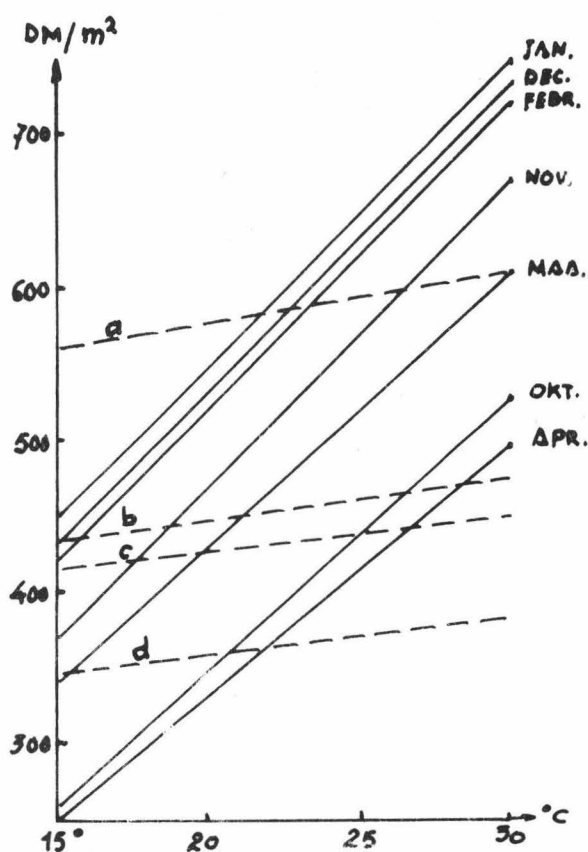
Foto 35
 Verschillende planten onder
 volledige waternevel gestekt
 in onze eerste installatie
 (zie 5.3.).



Foto 36
 Verschillende planten onder
 volledige waternevel gestekt
 in onze derde installatie.

A: KUNSTLICHTCEL MET
1 TEELETTABLET

B: KUNSTLICHTCEL MET 2 TEELETTABLETTEN
BOVEN ELKAAR



SERRE: ——— OKTOBER - APRIL

KUNSTLICHTCEL	-----	16 h LICHT/DAG ; 12 Dpf/kwh.
"	-----	10 " 12 "
"	-----	16 " 6 "
"	-----	10 " 6 "

DM: DUITSE MARK ; Dpf: Pfennig

Fig: 43: KOSTENVERGELIJKING TUSSEN SERRE EN KUNSTLICHTCEL
(VOLGENS MATHES en VON HENTIG, 1964)
KUNSTLICHT: 50 WATT/m²

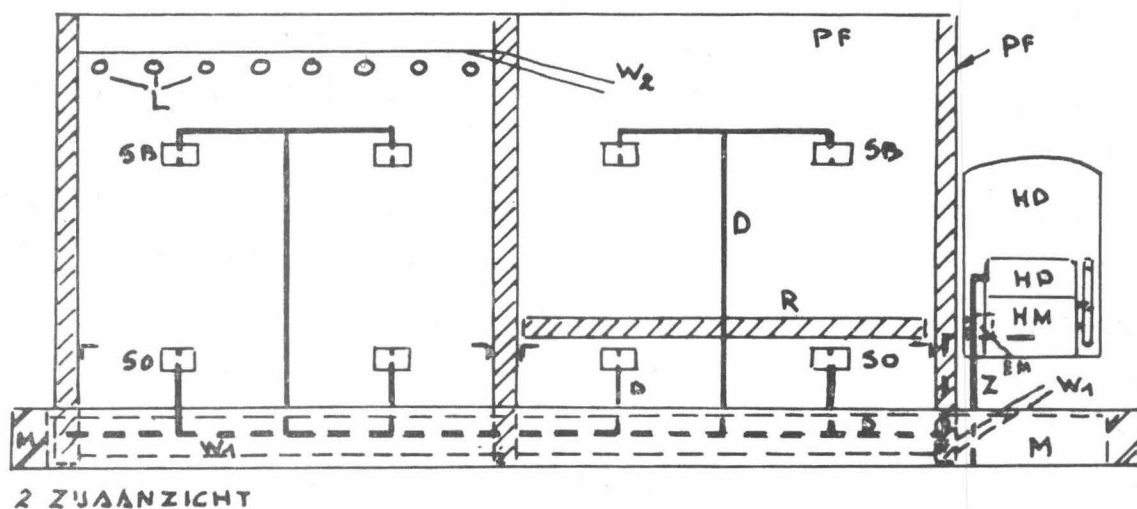
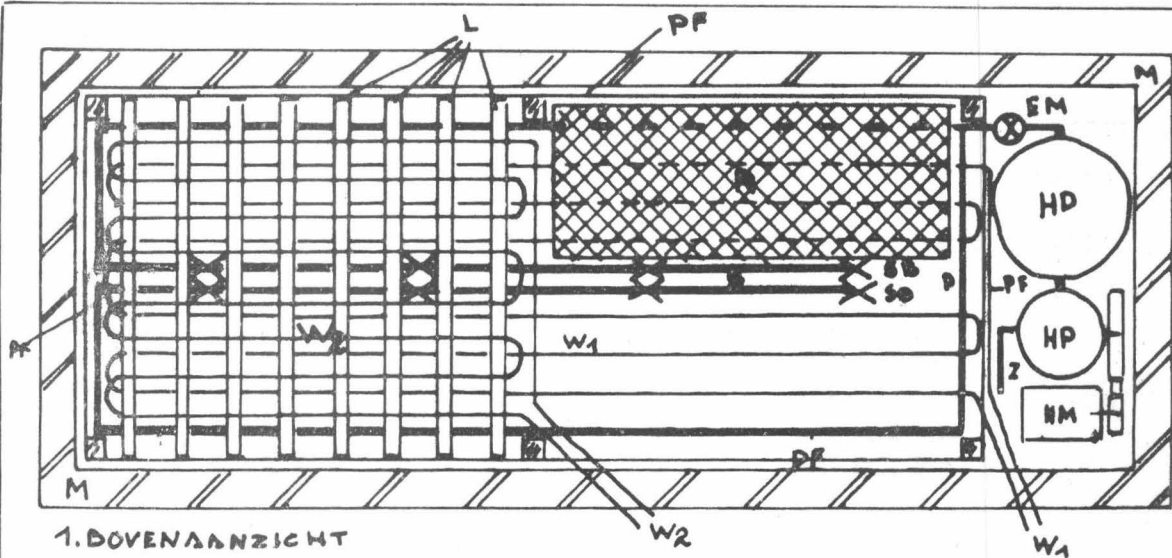
installatie hoger lag, niet door meer lampen te gebruiken, doch door het weglaten van de glasplaat tussen de lampen en stekken (zie foto 36).

Bij deze derde installatie voor het stekken onder volledige waternevel en onder kunstlicht, was het de bedoeling, aan te tonen dat voor het aanwenden van deze techniek de nodige installatie betrekkelijk eenvoudig mag zijn. De constructie ervan is op figuur 44 schematisch weergegeven (zie eveneens foto 37 en 38). De voornaamste punten waarop bij deze constructie werd gelet zijn de volgende :

- 1) het aanwenden van de warmte der verlichting voor het opdrijven van de luchttemperatuur;
- 2) het vermijden van condensatie op de uitgedoofde lampen door het plaatsen van een weerstandsdraad in hun nabijheid, die functioneert zodra het licht uitvalt;
- 3) eenvoudige constructie van de watervergaarbak, die alleen bestaat uit een gemetselde wand van 1 steen hoog op de betonnen keldervloer;
- 4) eenvoudige constructie van de zijwanden, die vervaardigd zijn uit een plasticfolie die dient om te verhinderen dat het sproeiwater buiten de vergaarbak zou vallen;
- 5) de voorverwarming van het sproeiwater door middel van een leiding met 1" diameter die onder het waterpeil van de vergaarbak ligt; hierin zorgt een weerstandsdraad onder laagspanning voor de waterverwarming; van daaruit stijgen dunne pijpen van 1/4" diameter op naar de sproeidoppen.

De bij deze proef bekomen resultaten zijn in tabel 54 opgenomen. Ze wijzen echter op geen merkbare verbetering door het opdrijven van de lichtintensiteit. Deze lag in deze nieuwe installatie tussen 3.000 en 3.500 lux. Misschien was ze nog niet voldoende hoog ofwel waren andere omstandigheden ongunstig. Verder onderzoek zou dit moeten uitmaken.

Bovendien trad merkbare weefselverbranding op bij vele soorten. Hydrangea macrophylla SER. was hiervoor zeer gevoelig. Gele verkleuring en verlies van de stevigheid der bladeren waren daarbij kenmerkend. Het rotten was enkel secundair en door saprophyten veroorzaakt.



M: GEMETSSELDE WATERBAK
 L: 8 V/D 16 LAMPEN
 PF: PLASTIEKFOLIE
 R: 1 V/D 4 STEKRAMEN MET
 ONDER EN BOVEN KIPPENGAAS
 W₁: EL. WEERSTANDSKABEL
 VOOR WATERVERWARMING
 W₂: EL. WEERSTANDSDRAAD
 IN NAUHEID DER LAMPEN

HD: HYDROFOORGROEP : DRUKKETEL
 HP: " : POMP
 HM: " : MOTOR
 Z: ZUIGLEIDING
 D: DRUKLEIDING
 EM: ELEKROMAGNETISCHE WATERKRAAN
 SO: 4 SPROEIDOPPEN ONDERAAN
 " " BOVENAAN

schaal 1/25

Fig: 44 : DERDE INSTALLATIE VOOR STEKPROEVEN
 ONDER VOLLEDIGE WATERNEVEL

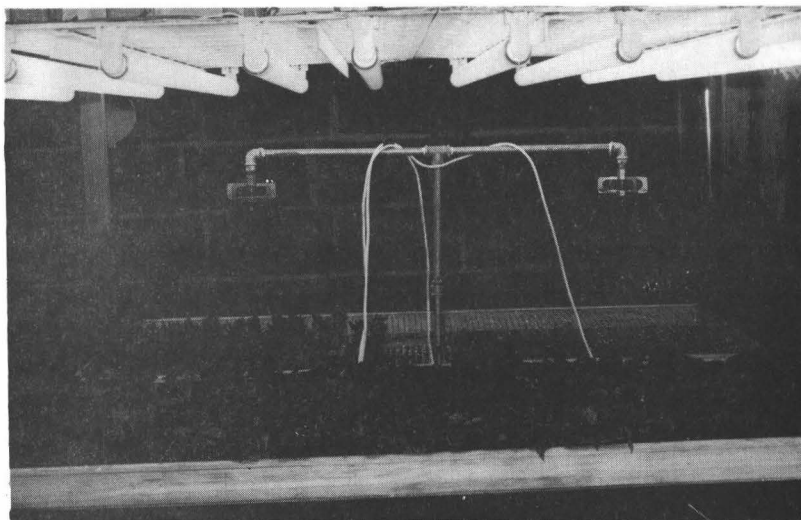


Foto 37
Derde installatie voor stekken
onder volledige waternevel.

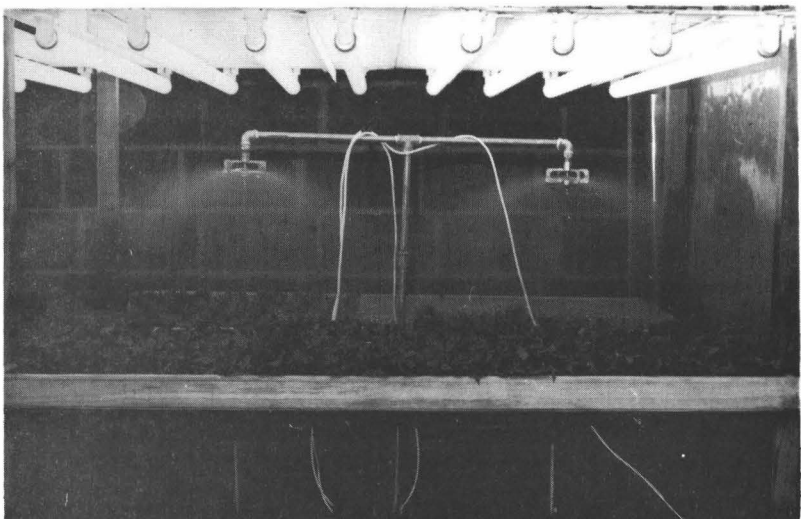


Foto 38
Idem tijdens een besproeiing.

De afwezigheid van glas was vermoedelijk daarvan de oorzaak. Ultra-violette stralen werden niet door het glas tegengehouden en veroorzaakten waarschijnlijk de verbranding van het bladweefsel. Daar het hier serreplanten betreft, vermoeden wij dat het bladweefsel der stekken niet bestand is tegen ultra-violet bestraling. Hieromtrent is ook verder onderzoek wenselijk.

Tenslotte willen wij nog onze bevindingen met Rhododendron simsii PLANCH. mededelen. De stekken van deze plant, de Azalea indica Hort. zoals de Gentse bloemisten hun specialiteit noemen, vertoonden in de eerste installatie 100% verrotting van de stengeltop en van de jonge bladeren. Deze verrotting breidde zich snel uit tot gans de stek. Dit rotten is in de Gentse bloementeeltpraktijk gekend als gevolg van te weinig licht. Bij verhoogde lichtintensiteit, tot 3.000 à 3.500 lux in onze derde installatie, trad deze verrotting dan ook niet meer op. De stekken bleven fris, doch bewortelden niet, zelfs niet als ze tot 3 maand onder volledige waternevel werden gehouden. Na een viertal weken begonnen zij aan de snijwonde callusweefsel te vormen dat roodbruin ging verkleuren. Als mogelijke verklaring voor deze verschijnselen nemen wij aan dat het gering kalkgehalte in het sproeiwater (in dit geval regenwater) nog te hoog is voor deze kalkschuwe planten. Bij de teelt of bij het stekken in een zuur steksubstraat wordt kalk geneutraliseerd; bij volledige waternevel, door afwezigheid van een substraat, wordt er waarschijnlijk te veel kalk door de plant opgenomen, waardoor de wortelvorming verhinderd wordt.

Besluit : Met deze enkele beschouwingen en deze elementaire proeven (zie tabel 54 en de foto's 39 tot 82) bedoelden wij alleen de eventualiteit aan te tonen der praktische toepassingsmogelijkheden van de stektechniek "onder volledige waternevel".

Ons besluit is: "Er zit iets in". Meer praktisch onderzoek lijkt ons bovendien verantwoord om uit te maken, welke planten zich lenen tot economisch verantwoorde toepassing van deze stekmethode in de praktijk en onder welke omstandigheden dit best kan geschieden. Hierbij zal men, naast het stekken onder kunstlicht, vooral het stekken onder natuurlijk licht, onder glas, dienen te onderzoeken.



Foto 39
Cyperus alternifolius L.

a: 10/05/66 *
b: 23/05/66 *

* a = stekdatum



Foto 40
Cyperus alternifolius L.

a: 10/05/66
b: 31/05/66

b = datum van het nemen van de foto

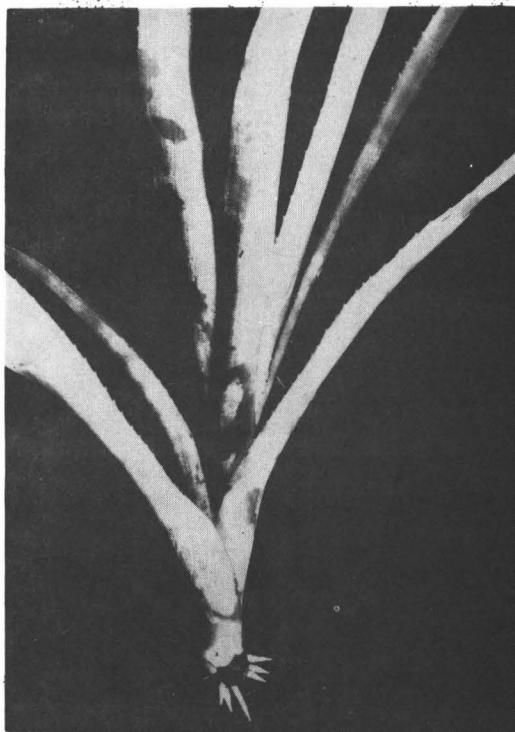


Foto 41
Bromelia

a: 10/05/66
b: 23/05/66



Foto 42
Bromelia

a: 10/05/66
b: 23/05/66

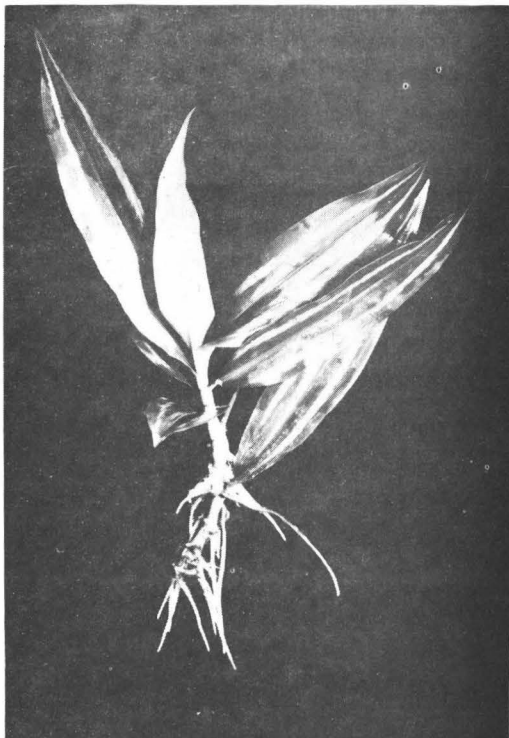


Foto 43
Dichorisandra reginae Hort.
 a: 10/05/66
 b: 23/05/66

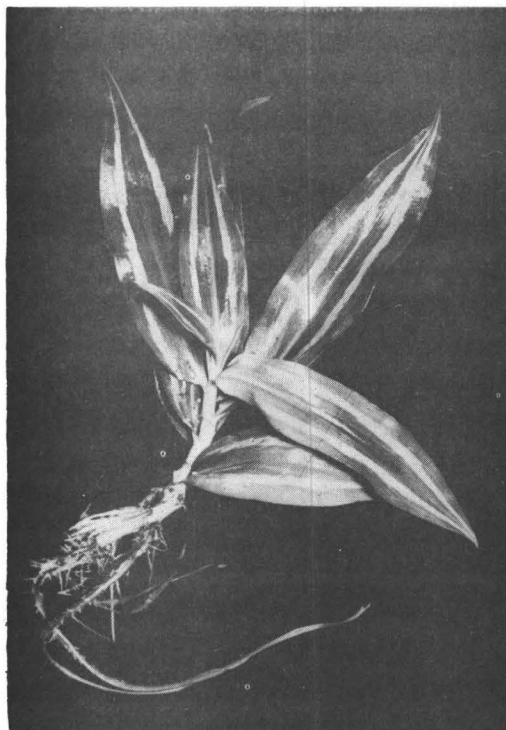


Foto 44
Dichorisandra reginae Hort.
 a: 10/05/66
 b: 03/06/66

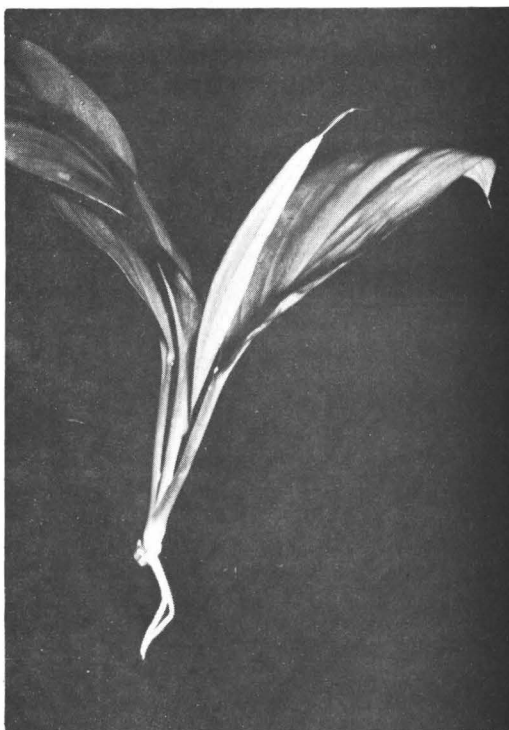


Foto 45
Cordyline terminalis K.T.H.
 a: 10/05/66
 b: 03/06/66

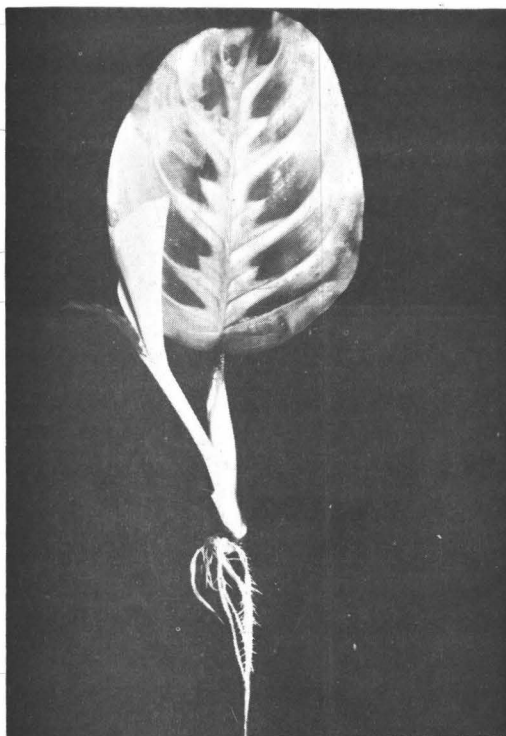


Foto 46
Maranta leuconeura MORREN
 var. kerckhoviana MORREN
 a: 10/05/66
 b: 31/05/66

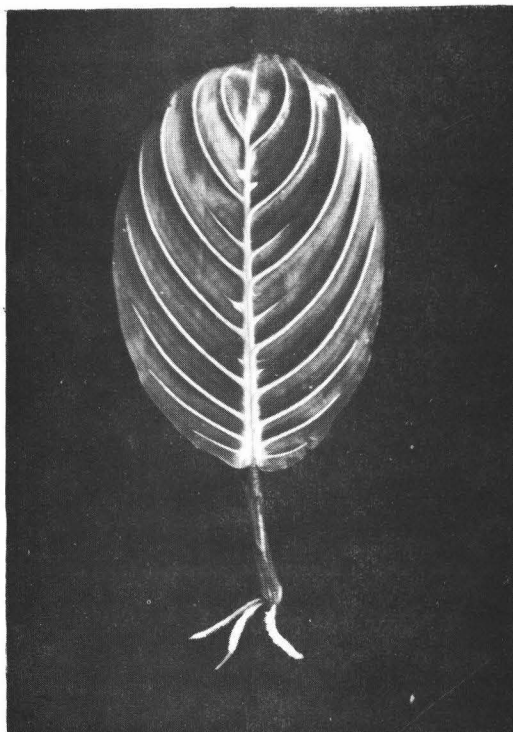


Foto 47
Maranta leuconeura MORREN
 a: 'Tricolor'
 a: 10/05/66
 b: 31/05/66



Foto 48
Ctenanthe lubbersiana EICHLER
 a: 10/05/66
 b: 03/06/66

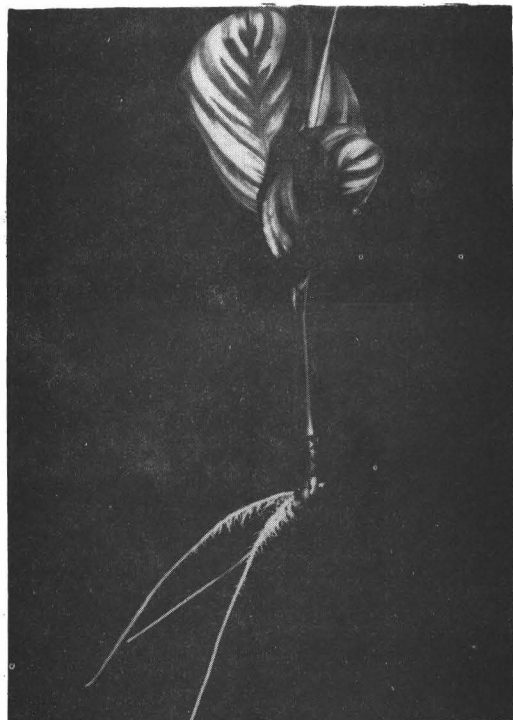


Foto 49
Ctenanthe oppenheimiana K. SCHUM.
 a: 10/05/66
 b: 31/05/66

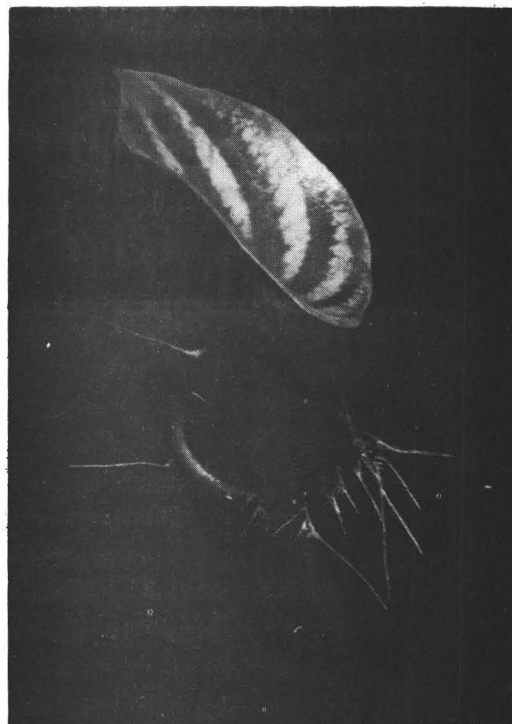


Foto 50
Peperomia arifolia Hort.
 a: 10/05/66
 b: 31/05/66

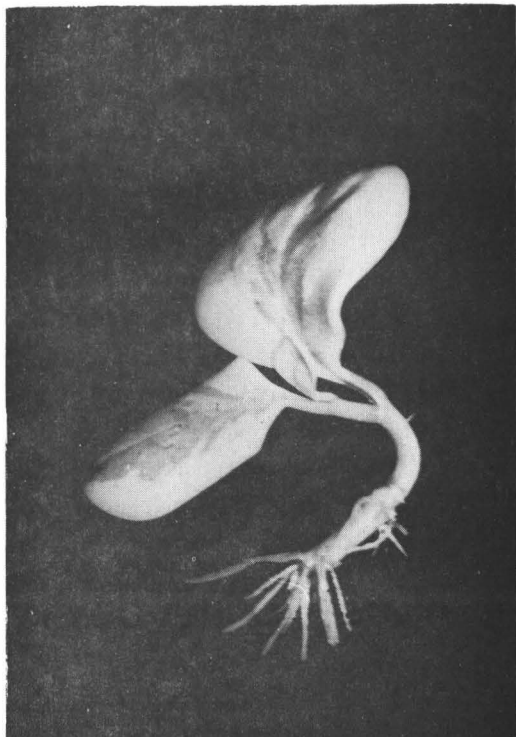


Foto 51
Peperomia obtusifolia DIETR.
 a: 10/05/66
 b: 03/06/66



Foto 52
Ficus lyrata WARB.
 a: 10/05/66
 b: 03/06/66

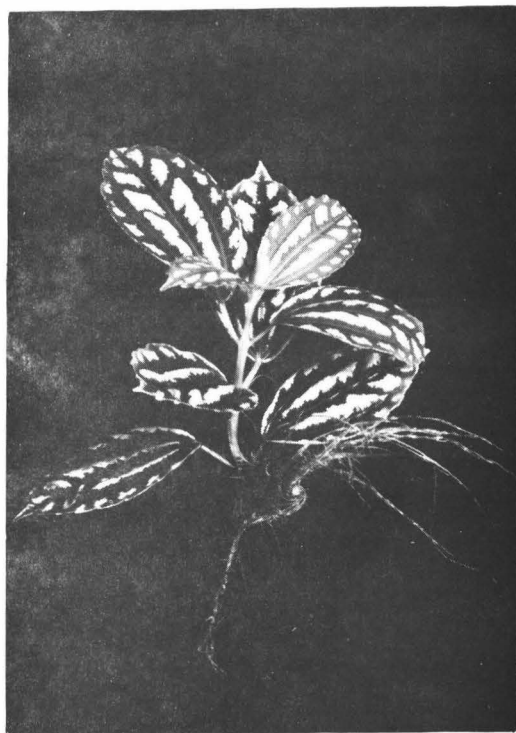


Foto 53
Pilea cadierei A. GUILL.
 a: 10/05/66
 b: 31/05/66

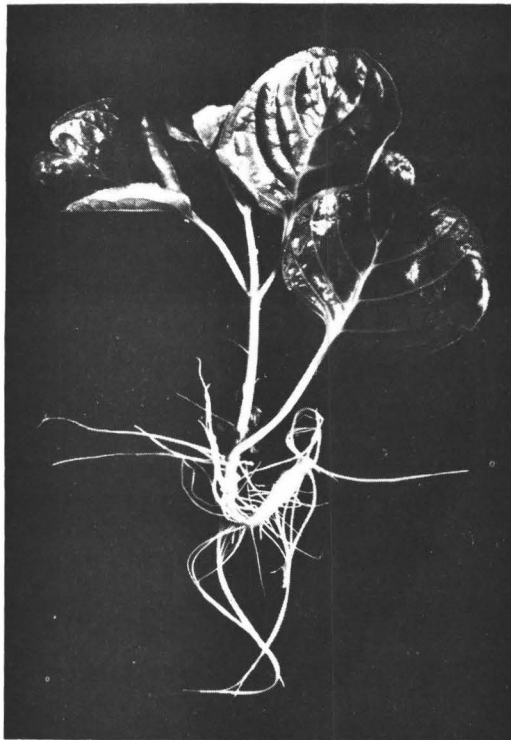


Foto 54
Iresine herbstii HOOK.
 a: 10/05/66
 b: 23/05/66

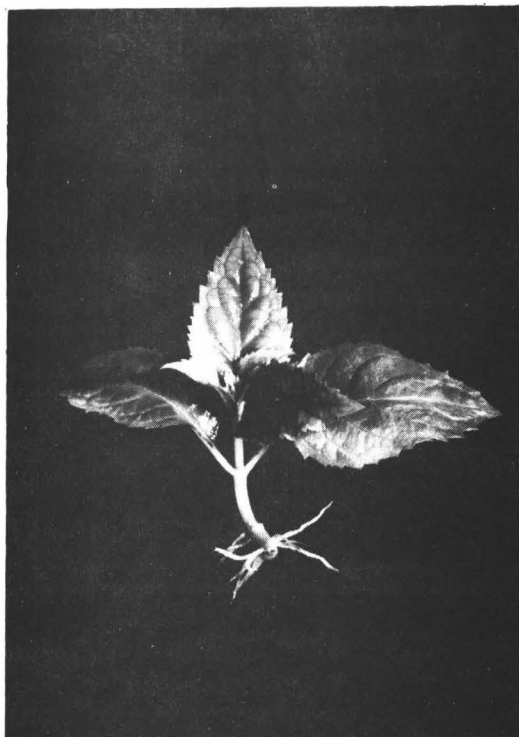


Foto 55
Hydrangea macrophylla SER.
 a: 10/05/66
 b: 23/05/66



Foto 56
Hydrangea macrophylla SER.
 a: 10/05/66
 b: 31/05/66



Foto 57
Codiaeum
 a: 10/05/66
 b: 03/06/66

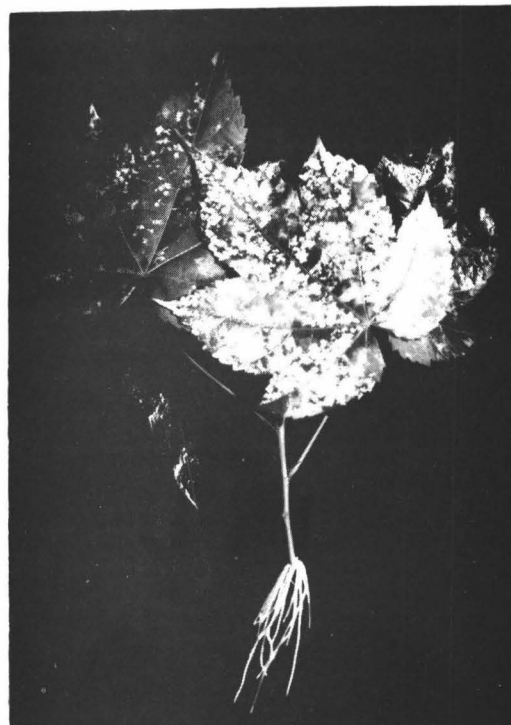


Foto 58
Abutilon striatum DICKS.
 'Thompsonii'
 a: 10/05/66
 b: 23/05/66



Foto 59
Abutilon striatum DICKS.
 'Thompsonii'
 a: 10/05/66
 b: 31/05/66



Foto 60
Hibiscus rosa-sinensis L.
 a: 10/05/66
 b: 03/06/66

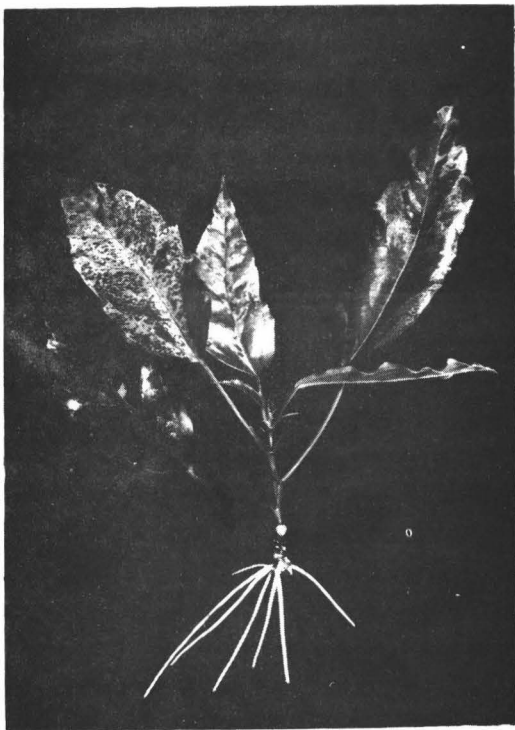


Foto 61
Hibiscus rosa-sinensis L.,
var. cooperi NICHOLS.
 a: 10/05/66
 b: 31/05/66

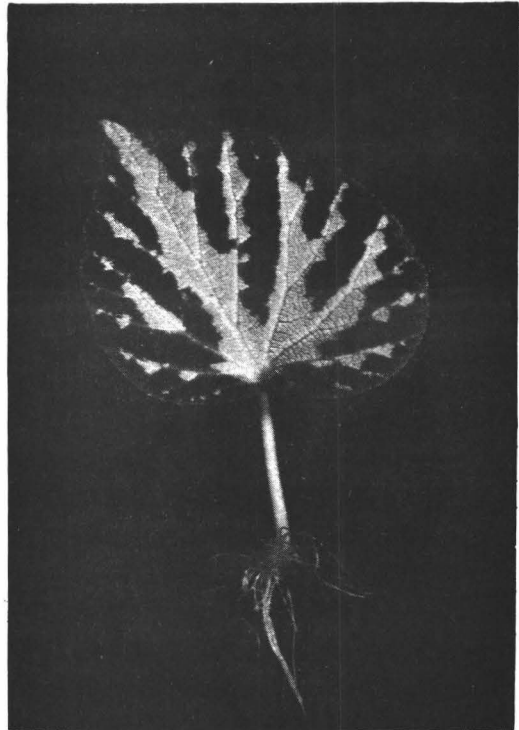


Foto 62
Begonia imperialis LEMAIRE
 a: 10/05/55
 b: 31/05/66

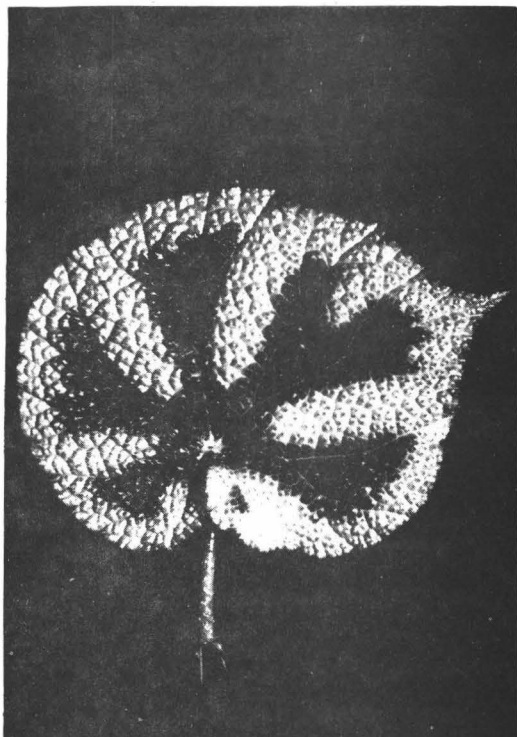


Foto 63
Begonia 'Iron Cross'
 a: 10/05/66
 b: 23/05/66

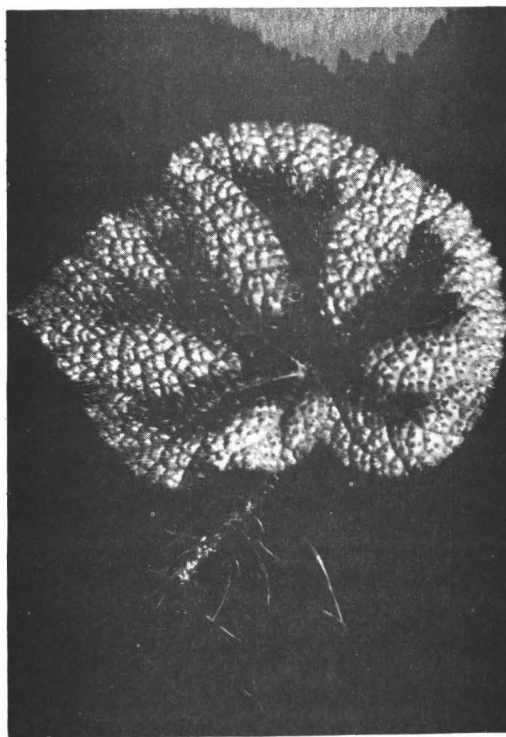


Foto 64
Begonia 'Iron Cross'
 a: 10/05/66
 b: 31/05/66

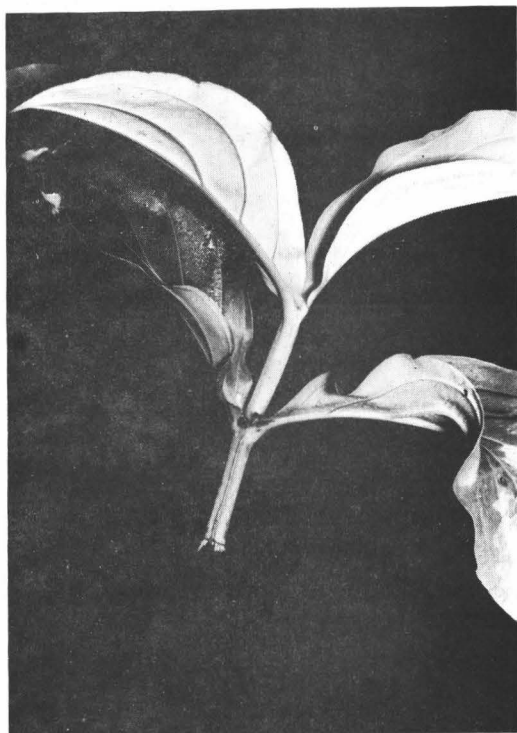


Foto 65
Medinilla magnifica LINDL.
 a: 10/05/66
 b: 03/06/66

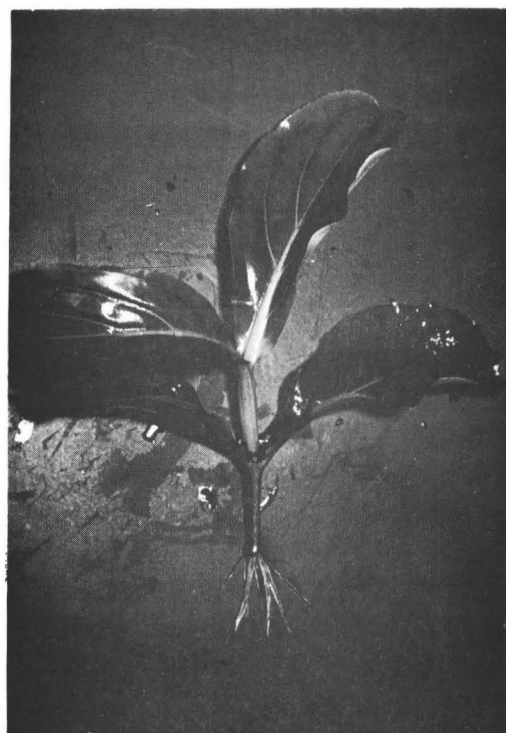


Foto 66
Medinilla magnifica LINDL.
 a: 10/05/66
 b: 10/06/66

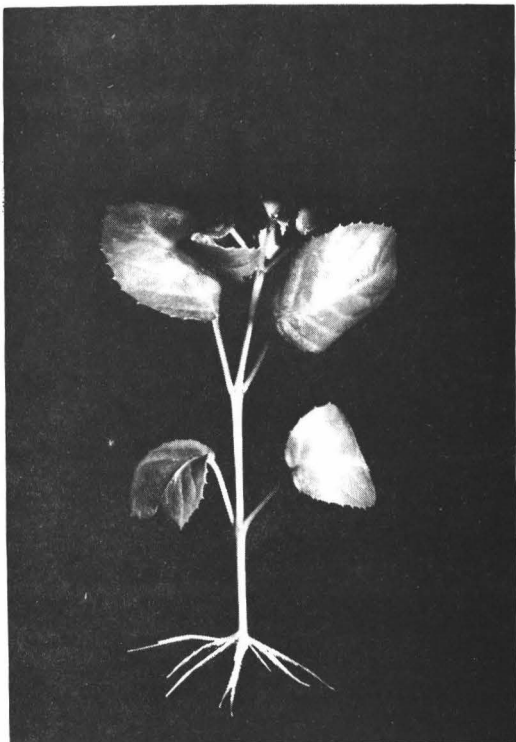


Foto 67
Fuchsia X hybrida VOSS.

a: 10/05/66
b: 23/05/66



Foto 68
X Fatshedera lizei GUILLAUM.

a: 10/05/66
b: 31/05/66



Foto 69
Nerium oleander L.

a: 10/05/66
b: 23/05/66



Foto 70
Duranta repens L.

a: 10/05/66
b: 31/05/66

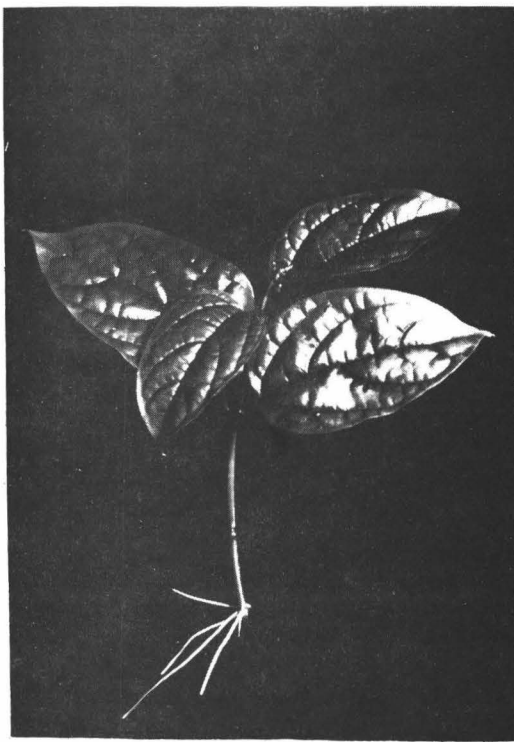


Foto 71
Clerodendrum thomsonae BALF.
 a: 10/05/66
 b: 23/05/66

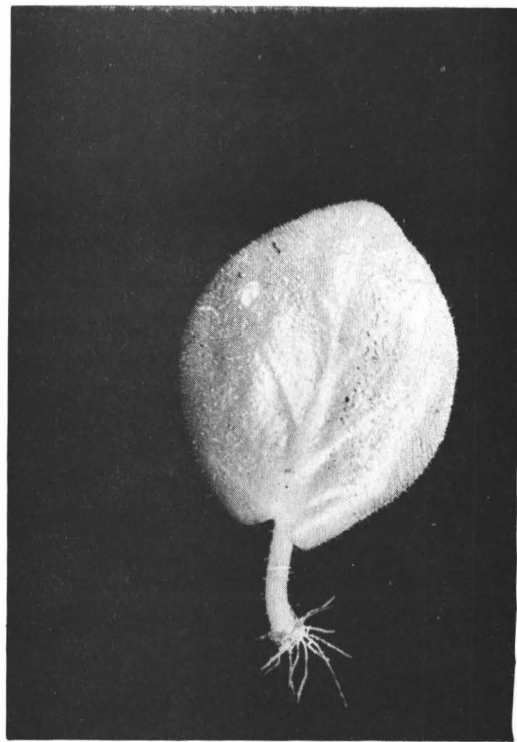


Foto 72
Saintpaulia ionantha H. WENDL.
 a: 10/05/66
 b: 03/06/66



Foto 73
Columnnea schiedeana SCHLECHTD.
 a: 10/05/66
 b: 23/05/66

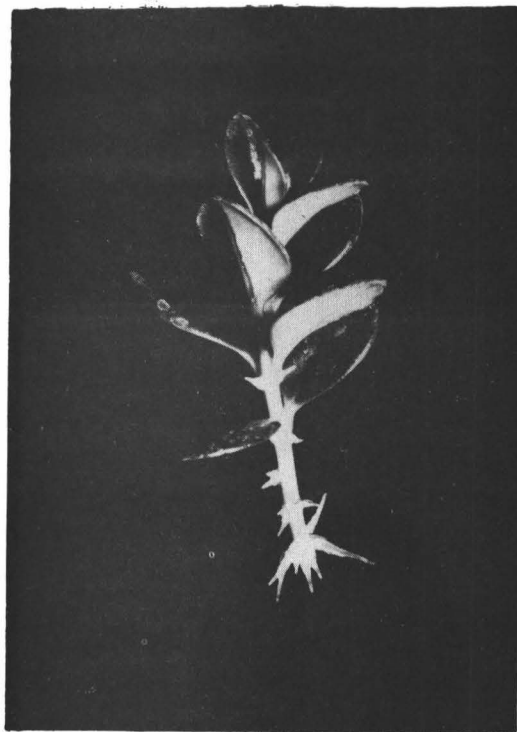


Foto 74
Hypocyrta radicans KLOTZCH & HANST.
 a: 10/05/66
 b: 23/05/66

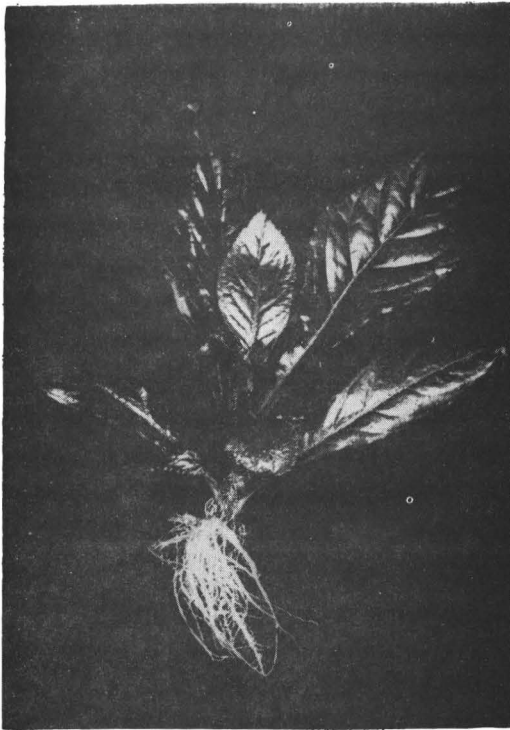


Foto 75
Nautilocalyx lynchii SPRAGUE
 a: 10/05/66
 b: 03/06/66



Foto 76
Sanchezia nobilis HOOK.
 'Glaucophylla'
 a: 10/05/66
 b: 31/05/66



Foto 77
Aphelandra squarrosa NEES
 var. louisae Hort.
 a: 10/05/66
 b: 23/05/66

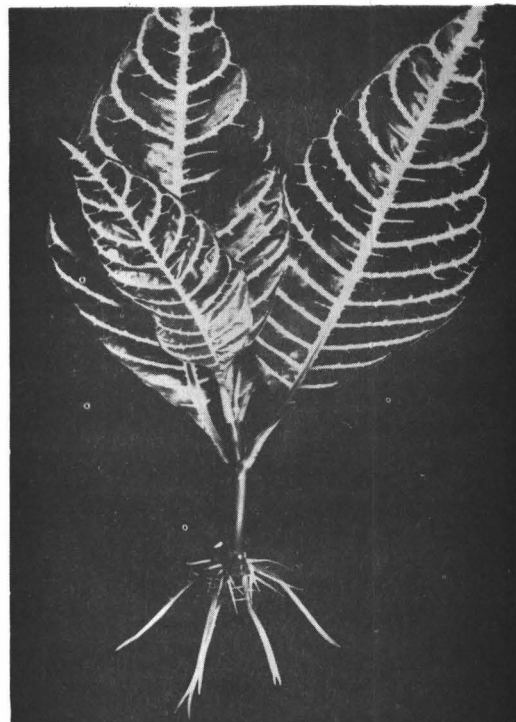


Foto 78
Aphelandra squarrosa NEES
 var. louisae Hort.
 a: 10/05/66
 b: 31/05/66

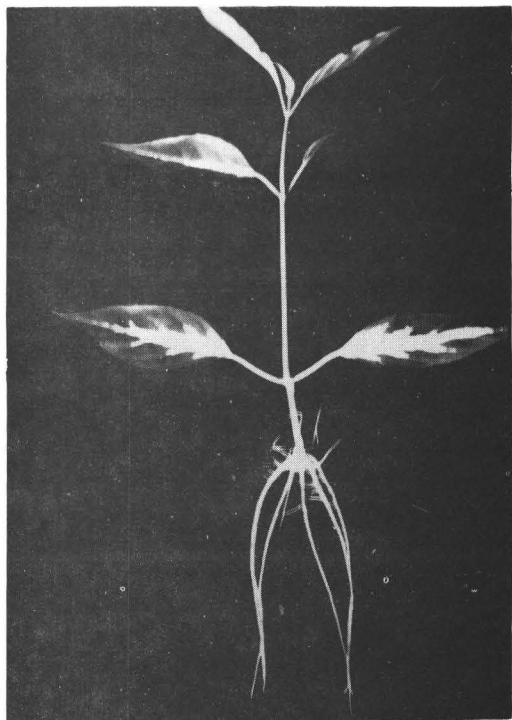


Foto 79
Peristrophe salicifolia MIQ.
 'Aurea'

a: 10/05/66
 b: 31/05/66

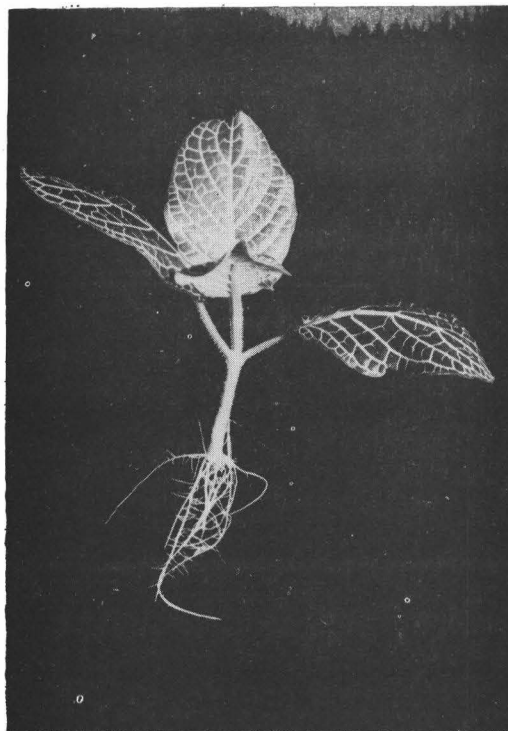


Foto 80
Fittonia verschaffeltii COËM.

a: 10/05/66
 b: 31/05/66

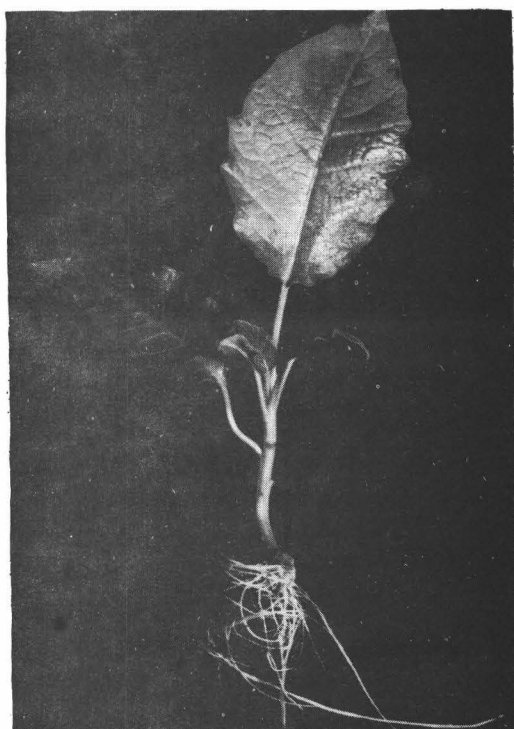


Foto 81
Jacobinia carnea NICHOLS.

a: 10/05/66
 b: 31/05/66

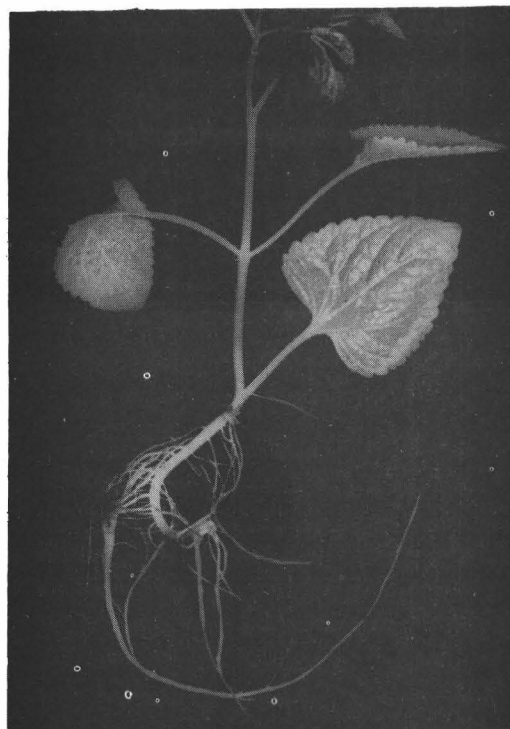


Foto 82
Ageratum houstonianum MILL.

a: 10/05/66
 b: 03/06/66

6. BESLUIT EN SAMENVATTING.

=====

Bij de studie van de adventief-wortelvorming bij kruidachtige stekken valt het op, hoe weinig daaromtrent met zekerheid gekend is. Buiten het zeer complex probleem der wortelstimulerende en wortelverhinderende stoffen, dat gezien zijn karakter eerder door zuiver fysiologisch onderzoek verder dient onderzocht te worden, schijnt er eerder weinig onderzoek gebeurd te zijn op dit gebied.

Ook de invloed der ecologische factoren lijkt nog relatief weinig nauwkeurig onderzocht. Dit komt vooral, omdat de vochtigheid der stekken moeilijk te beheersen is en storend werkt bij het onderzoek omtrent licht en temperatuur. De waterhuishouding van kruidachtige stekken is verstoord, daar vochtverdampende bladeren aanwezig zijn en vochtopnemende wortels ontbreken.

Waternevel betekende een eerste stap om dit probleem op te lossen. Het vochtverlies wordt stop gezet en bovendien werkt deze techniek op de bladeren nog desinfecterend. Er zijn echter aan waternevel ook nadelen verbonden. Het te vochtig substraat is daarbij wel het belangrijkste. Abnormale wortelvorming, waarschijnlijk wegens te kort aan zuurstof en het verhoogde gevaar voor infectie langs het substraat, zijn daarvan de nadelige gevolgen. Het uitwassen van nuttige stoffen uit de stekken, is mogelijks een ander nadeel van waternevel.

Als verbetering voor de waterneveltechniek bij het inwortelen van stekken, stellen wij "volledige waternevel" voor. Deze techniek bestaat erin de ganse stek met een waterfilm te bedekken door herhaalde besproeiingen. Het principe van waternevel wordt hierbij dus ook op het basisgedeelte van de stekken toegepast. Dit wordt mogelijk gemaakt door het weglaten van het steksubstraat. Hierdoor verdwijnen ook de nadelige gevolgen van een te nat substraat terwijl de waternevel eveneens op dit stekgedeelte desinfecterend werkt.

Voor wetenschappelijk onderzoek lijkt deze techniek zeer geschikt, vooral omdat de wortelvorming met het oog kan gevolgd worden. Het meten en tellen van deze **beworteling** kan zeer gemakkelijk, zonder nadeel voor de stekken geschieden. Infectie langs de stekbodem, hetgeen zeer storend kan zijn bij proefnemingen, blijft eveneens achterwege.

Door ons onderzoek van een reeks beïnvloedende factoren, met Salvia splendens SELLO 'Sint Jansvuur' als voornaamste proefplant, konden wij aantonen dat volledige waternevel ook vele toepassingsmogelijkheden biedt voor wetenschappelijk onderzoek.

De proeven geschieden in kleine klimaatkasten onder kunstlicht. Het onderzoek betreft vooral het versproeide water en de manier om het aan te brengen, de vorm der stekken, hun temperatuur en de factor licht: intensiteit en fotoperiode. Hierdoor werden bevredigende resultaten bereikt, zonder dat daarvoor een al te uitgebreid onderzoek nodig was.

Hiermee menen wij dan ook bewezen te hebben, dat volledige waternevel goede diensten kan bewijzen als onderzoekstechniek omtrent de adventief-wortelvorming bij kruidachtige stekken.

Of deze werkwijze ook in de praktijk van het stekken kan toegepast worden, is een andere vraag. Dit te onderzoeken en te bewijzen is uiteindelijk het werk van proefstations. Wij hebben enkel een reeks planten onder volledige waternevel trachten te bewortelen, om een antwoord te vinden op de vraag of deze techniek bij verschillende planten gunstige resultaten kan opleveren en of het verder onderzoek omtrent de praktische toepassingsmogelijkheden ervan verantwoord is.

Het feit dat het grootste deel der beproefde planten vlug en goed bewortelde, laat ons toe deze vraag positief te beantwoorden.

---ooOoo---

R E S U M E.
=====

Lorsqu'on étudie la formation des racines des boutures herbacées, on constate que cette question est encore peu connue. Hormis le problème très complexe des matières stimulant ou empêchant la formation des racines, qui vu son caractère, doit être plutôt examiné d'un point de vue purement physiologique, il semble que peu de recherches aient été effectuées dans ce domaine.

L'influence des facteurs écologiques est également peu connue. Cela vient principalement du fait que l'humidité des boutures est peu contrôlable et qu'elle rend difficile les recherches sur la lumière et la température. L'hydratation de ces boutures herbacées est en effet bouleversée par le fait qu'elles ont des feuilles qui dégagent de l'humidité et qu'elles n'ont pas de racines pour l'absorber.

La nébulisation a été le premier pas vers la solution de ce problème. La perte d'humidité est éliminée et de plus cette technique joue le rôle d'un désinfectant pour les feuilles. Cette technique de la nébulisation comporte cependant des désavantages et un sol trop humide en est le principal. Une formation anormale de racines, probablement par manque d'oxygène et un danger accru d'infection par le sol en sont là les inconvénients. Une perte des matières nécessaires à la bouture est peut-être également un inconvénient supplémentaire de cette nébulisation.

Pour améliorer cette technique de la nébulisation au bouturage, nous proposons une "nébulisation complète". Elle consiste à recouvrir toute la bouture d'un film d'eau et ce par arrosages répétés. Le principe de la nébulisation est ainsi également appliqué à la partie inférieure de la bouture. Ceci est possible grâce à la suppression du sol de la bouture et les inconvénients de ce sol trop humide disparaissent ainsi. Dans ce cas, la nébulisation agit également comme désinfectant sur la partie inférieure de la bouture.

Cette technique convient parfaitement à la recherche scientifique surtout parce que la formation des racines peut être suivie visuellement. Il est ainsi facile de mesurer et de compter les racines, sans

que cela ne nuise à la bouture. L'infection du sol de bouturage qui peut être très nuisible pour les expériences est ainsi éliminée.

Les possibilités d'application scientifique de la technique de "nébulisation complète" ont été vérifiées sur Salvia splendens SELLO 'Sint Jansvuur'. Les essais ont été effectués dans des cellules climatisées, à la lumière artificielle. Les expériences ont porté sur l'eau dispersée, la manière dont elle a été amenée, la forme des boutures, l'observation de la température et du facteur lumière, à savoir intensité et durée d'exposition. De ces essais on a pu tirer des conclusions assez précises, sans qu'un examen trop compliqué ne soit nécessaire.

Nous estimons avoir ainsi prouvé que la "nébulisation complète" peut rendre de grands services à la recherche, en ce qui concerne la formation des racines des boutures herbacées.

On peut toutefois se poser la question de savoir si cette technique est applicable en pratique au bouturage des plantes horticoles, mais ceci est du ressort des stations de recherche. Pour notre part, nous n'avons fait les essais de "nébulisation complète" que sur une série de plantes à bouturer pour trouver une réponse à la question de savoir si cette technique peut donner des résultats satisfaisants sur diverses plantes et si une recherche plus poussée des possibilités d'application pratique se justifie.

Le fait que les racines se sont formées rapidement et convenablement dans la plupart des cas, nous permet de répondre positivement.

---oo0oo---

S U M M A R Y.

=====

When studying the setting of roots of softwood cuttings, it comes out how little is known about this question. Except for the complex problem of compounds stimulating or preventing the coming out of roots problem which, owing to its character, must be considered from a physiological point of view, it appears that little has been done in this field.

The influence of ecological factors is also not much known. It is due mainly to the fact that the humidity of the cuttings is not easily controlled and it renders difficult the study of light and temperature. The hydration of softwood cuttings is indeed upset by the fact that they have leaves which give off humidity and no roots to absorb it.

Mist propagation has been the first step towards a solution. The loss of dampness is thus eliminated and moreover the technique can act as a disinfectant for the leaves. This mist propagation technique offers however some disadvantages and the damp substrate is the main one. An abnormal setting of roots, probably due to a lack of oxygen and an increased danger of infection by the substrate are the drawbacks. The leaching of materials necessary to the cuttings may be also another one.

To improve the mist propagation technique for cuttings, we propose a "full mist propagation". It consists in covering the whole cutting with a water film and this by repeated sprayings. The mist propagation technique is thus applied to the lower part of the cutting to. This is made possible by suppression of the cutting substrate and the problems of too damp a soil are removed. In this case too, the mist propagation acts as a disinfectant for the whole cutting.

This technique can be well applied to scientific research, because the root growth can be followed visually. It is thus easy to measure and count the roots, without damage for the cutting. The infection of the cutting substrate which can be dangerous for the tests is thus eliminated.

The possibilities of scientific application of this technique of "full mist propagation" has been verified with Salvia splendens SELLO 'Sint Jansvuur'. The tests have been made in air-conditioned cases under artificial light. The tests concerned the sprayed water, the way it was brought, the form of the cuttings, temperature and the factor light, that is, intensity and time of exposition. From the tests, it was possible to obtain fairly accurate conclusions without having to make too long a study.

We have thus proved that "full mist propagation" may be of great help for research, with regard to root setting of softwood cuttings.

If this technique can be practically applied for cuttings of horticultural plants is another question, which falls within the competence of research stations. We have only made the tests of "full mist propagation" on various plant cuttings in order to answer to the question whether this technique is to give satisfying results for several plants and whether further research on the practical application of the technical is justified.

As most of the tested plants took roots quickly and properly, allows us to answer positively.

---ooOoo---

L I T T E R A T U U R L I J S T.

=====

- ABEELS, P. : La multiplication des bambous. - Bull. agric.
(1961) Congo (52): 591-598.
- ALTSTADT, R.A. : Environmental factors affecting growth of car-
(1964, a) nation stock plants and cuttings. - Colo. Grs'
Ass. Bull. (176): 1-4.
- (1964, b) : Effect of age of stock plant on growth of car-
nation cuttings. - Colo. Grs' Ass. Bull. (177):
4.
- BEAN, G. : Controlled atmosphere in the propagating house.
(1957) - Agric. Rev., Lond. (3-3). 18-21.
- BLOMME, R.& PIENS, G. : Het stekken van azalea. - Meded. B.V.O.
(1964) Wetteren (21) : pp. 4.
- BOUILLENNE, R.& BOUILLENNE-WALRAND, M. : Auxines et bouturage. - Rep.
(1955) 14th int. hort. Congr. Schev. (1): 231-238.
- BRANDSTAETTER, M.: Mist propagation reviewed during Lake Count School
(1955) - Amer. Nurserym. (101-7): 52.
- BUSSLER, W. : Die Bedeutung des Bors für die Wurzelbildung
(1961) der Pflanzen. -Z. Pfl. Ernähr. Düng. (92):
57-62.
- BUYS, C. : Aperçu sur les méthodes de bouturage sous nébu-
(1963) lisation utilisées aux U.S.A. et application de
cette technique pour le bouturage des oeillets.
- Séminaires d'horticulture scientifique, Gembloux
(19 nov.): 1-8.
- BUYSENS, A. : Bloementeelt. - Brussel (6de uitg.): pp. 719.
(1949)
- CHADWICK, L.C. : Studies in plant propagation. The influence of
(1933) chemicals, of the medium, and of the position
of the basal cut, on the rooting of evergreen
and deciduous cuttings. - Cornell Univ. Expt.
Sta. Ithaca, Bull. (571): 1-53.
- (1955) : The choice of shoot; a consideration of the in-
fluence of source factors of regeneration. -
Rep. 14th int. hort. Congr. Schev. (1): 215-222.
- CHADWICK, L.C. & REISH, K.W. : Origin of adventitious roots and callus
(1961) on stem cuttings of Ilex opaca as influenced by
wounding and synthetic growth substances. -
Proc. 11th annu. Mtg Plant Prop. Soc.: 93-95.

- CHALLENGER, S. : New Zealand discovers fresh uses for sawdust. -
(1961) Grower (56): 1147-1148.
- CHATTERJEE, S.K. : Treatment of ipecac cuttings with hormones and
(1959) some minerals. - Sci. and Cult. (25): 318.
- CHERRY, E.C. : Fluorescent light gardening. - Princeton, N.J.:
(1965) pp. 241.
- CONNORS, C.H. : Accelerating root formation in carnation cuttings.
(1924) - Florists Exchange (57): 1354.
- CORMACK, R.G.H. : The effect of calcium ions and pH on the deve-
(1965) lopment of callus tissue on stem cuttings of
balsam poplar. Canad. J. Bot. (43): 75-83.
- CORTVRIENDT, S.F. , VAN HOLDER, J. & VAN ONSEM, J.G. : Proeven over
(1950) het gebruik van groeistoffen bij het stekken
van allerlei gewassen.-Meded. Landbouwhogeschool.
Opzoekingsstat. Staat, Gent (XV): 325-356,
663-689.
- CRAM, W.H. & LINDQUIST, C.H. : Moisture content as an index to the
(1961) rooting capacity of caragana softwood cuttings.
- Proc. Amer. Soc. hort. Sci. (77): 533-539.
- CURTIS, O.F. : Stimulation of root growth in cuttings by
(1918) treatment with chemical compounds. - Cornell
Univ. Agric. Expt. Stat. Memphis (14): 75-138.
- DE BOODT, M. & SCHELSTRAETE, A. : Fysisch onderzoek van kunstmatige
(1964) bodems in de sierteelt. - B.V.O. Proefstation
voor de tuinbouw te Wetteren : pp. 54.
- DE HAAS P.G. & HILDEBRANDT, W. : Versuchsergebnisse zur vegetativen
(1963) Vermehrung von Heidelbeeren (blueberries). -
Erw. Obstb. (5): 162-166.
- DORAN, W.L. : Effects of treating cuttings of woody plants
(1952) with both a root-inducing substance and a fun-
gicide. - Proc. Amer. Soc. hort. Sci. (60):
487-491.
- DORE, J. : Physiology of regeneration in cormophytes. -
(1965) Encyclopedia of plant physiology, Berlin,
(XV/2): 1-82.
- DORSMAN, C. : Fysiologie en boomteelt. - Meded. Dir..Tuinb.
(1965) (28/6): 343-347.
- DORSMAN, C. & RAVENSBERG, K. : Stekken en enten onder waternevel. -
(1957) Jaarb. Proefst. Boomkw. Boskoop: 20-31.

- DUBUY, H.G. & NUERNBERGK, E. : Phototropismus und Wachstum der Pflanzen. III. - *Ergeb. Biol.* (12): 325-543.
(1935)
- DUPERREX, H. : Observations sur l'enracinement du cassissier. - *Agric. romande, Sér. A.* (3): 32.
(1964)
- EMMERSON, E. : Some investigations into the vegetative propagation of pelargoniums.-Abstr. in *Ann. appl. Biol.* (47): 640-641.
(1959)
- EURUTA, T. & medewerkers : Research results for nurserymen. *Hort. Ser. Ala. agric. Exp. Stat., Auburn Univ.* (4): 1-4.
(1963)
- FELLENBERG, G. : Ueber den Einfluss von Wasserstoffperoxid und Wuchsstoff auf die Wurzelbildung von Begonienblättern. - *Biol. Zbl.* (83): 27-32.
(1964)
- FERNQUIST, I. : Auxin content and root formation in Ribes cuttings. - *K. Skogs. Lantbr. Akad. tidskr., Stockholm* (101): 291-300.
(1962)
- FISCHER, G.M. : Conifer propagation with mist. - *Amer. Nurserym.* (77/8): 9-10.
(1943)
- FLOOR, J. : Moisture as a factor in the rooting of cuttings. *Rep. 14th int. hort. Congr. Schev.* (2): 1140-1148.
(1955)
- (1961) : Hulpmiddelen voor het stekken onder waterverneveling. - *De Boomkwekerij* (16): 105-106.
- (1963) : Vermeerdering van pererassen door stekken. - *Med. Dir. Tuinb.* (26): 687-691, 696.
- FOSTER, R.E. : The effect of growth regulators on rooting muskmelon cuttings for breeding. - *Proc. Amer. Soc. hort. Sci.* (82): 397-402.
(1963, a)
- (1963, b) : Aeration, light and type of cutting for vegetative propagation of muskmelon (Cucumis melo L.). - *Proc. Amer. Soc. hort. Sci.* (83): 596-598.
- FUJII, T. & MITSUHASHI, M. : Physiological studies on adventitious root formation in cuttings of Portulaca grandiflora HOOK. - *Abstr. in Hort. Abstr.* (33): n° 5409.
(1962)
- FUSZ, F. & STOLLE, G. : Temperaturverhältnisse in einen Folienhaus mit Sprühnebeleinrichtung zur Stecklingsbewurzelung. - *Arch. Gartenb.* (9): 206-212.
(1961)
- GARDNER, E.J. : Propagation under mist. - *Amer. Nurserym.* (73/9): 5-7.
(1941)

- GARNER, R.J. & HATCHER, E.S.J. : The interplay of factors influencing rooting behaviour of shoot cuttings. - Rep. 14th int. hort. Congr., Schev. (1): 204-214.
(1955)
- (1962) : Regeneration in relation to vegetative vigour and flowering. - 16th int. hort. Congr., Brussel (III): 105-111.
- GRACE, N.H. : Effects of potassium acid phosphate, cane sugar, ethyl mercuric bromide and indolacetic acid in a talc carrier on the rooting of stem cuttings. - Canadian Jour. Research (19): 99-105.
(1941)
- GUMINSKA, Z. : Etudes sur les fondements théoriques des cultures hydroponiques. - 16th int. hort. Congr., Brussel (IV): 313-318.
(1962)
- HARRIS, G.P. & HART, E.M.H. : Regeneration from leaf squares of Peperomia sandersii A.D.C., a relationship between rooting and budding. - Ann. Bot., Lond. (28): 509-526.
(1964)
- HARTMANN, H.T. & KESTER, D.E. : Plant propagation, principles and Practices. - Englewood Cliffs, N.J. (4^e uitg.): pp. 559.
(1961)
- HEFT, L. : Stand und Entwicklung der Sprühnebelvermehrung in den Baumschulen. - Dsch. Baumsch. (16): 101-105.
(1964)
- HEIDE, O.M. : Effects of light and temperature on the regeneration ability of Begonia leaf cuttings. - Physiol. Plant. (17): 789-804.
(1964)
- HEILER, F. : Erfahrungen mit der Sprühnebelvermehrung. - Gartenbauwirtschaft (7): 134.
(1961)
- HELFERT, H. : Automatische Sprühnebelanlage. - Gartenbauwirtschaft (5): 99-100.
(1961)
- HEMERIK, J. : Serre de laboratoire pour l'examen physiologique des plantes. - Irridation de plantes, Philips, Eindhoven: 17-18.
(zonder jaartal)
- HENRARD, G. : Essai sur le bouturage du Ficus decora. - Bull. hort., Liège (17): 239-243.
(1962, a)
- (1962, b) : Bouturage sous nébulisation, comparaison de deux températures du substrat. - Bull. hort., Liège (17): 314-316.
- HESS, E.C. : A physiological analysis of root initiation in easy and difficult-to-root cuttings. - 16th int. hort. Congr., Brussel (IV): 375-381.
(1962, a)

- (1962, b) : Characterisation of the rooting cofactors extracted from Hedera helix L. and Hibiscus rosa-sinensis L. - 16th int. hort. Congr., Brussel (IV): 382-388.
- HESS, C.E. & SNYDER, W.E. : A physiological comparison of the use of mist with other propagation procedures used in rooting cuttings. - Rep. 14th int. hort. Congr., Schev. (2): 1133-1139.
(1955)
- HOGAN, L. : Nutritional studies on Philodendron cordatum. -
(1963) Diss. Abstr. (53): 17.
- HOMES, M.V. : L'alimentation minérale des plantes et le problème des engrais chimiques. - Liège : pp. 142.
(1953)
- (1961) : L'alimentation minérale équilibrée des végétaux, I. - Wetteren : pp. 298.
- HOWARD, B.H. : The effect of light intensity and leaf area upon the rooting of softwood cuttings of the hop (Humulus lupulus L.). - A.R. Dep. Hop. Res., Wye Coll.; 37-47.
(1960)
- HUMPHRIES, E.C. : Growth of roots detaches leaves. - A.R. Rothamsted exp. Stat. : 102.
(1960)
- JACOBS, A. : Les problèmes techniques de la chaleur de fond réalisée par le chauffage électrique du sol. - Séminaires d'horticulture scientifique, Gembloux (19 nov.): 9-30.
(1963)
- KAMP, J.R. & VAN DRUNEN, E. : Spring cuttings of Pfitzer juniper. -
(1959) III. St. Flor. Ass. Bull. (192): 5.
- KAWASE, M. : Root-promoting substances in willow diffusate.
(1964) - Plant Physiol. (39): LXVII.
- KRANZ, F.H. & KRANZ, J.L. : Gardening indoors under lights. - New-York : pp. 241.
- KRAUSE, W.G. : Mist propagation, its development and technique.
(1961) Comm. Gr. (3401): 571-587.
- KRUYT, W. : De toepassing van groeistoffen voor het bevorderen der wortelvorming bij stekken van boomkwekerijgewassen. - Tuinbouwids : 421-433.
(1947)
- KURZ, H. : "Kulimat" ein neuer Beitrag zur Technisierung unter Hochglass. - Gartenwelt (61): 361-362.
(1961)

- LANGHANS, R.W. : Mist propagation and growing. - Bull. N.Y. St. Flower Grs' (103): 1-3.
(1954)
- LANPHEAR, F.O. & MEAHL, R.P. : The effects of various photoperiods on rooting and subsequent growth of selected woody ornamental plants. - Proc. Amer. Soc. hort.Sci. (77): 620-634.
(1961)
- (1963) : Influence of indigenous rooting cofactors and environment on the seasonal fluctuation in root initiation of selected evergreen cuttings. - Proc. Amer. Soc. hort. Sci. (83): 811-818.
- LAURIE, A. : Chemical acids in rooting. - Am. Flor. (70): 7-30.
(1928)
- LEVANDOWSKY, D.M. : Propagation of clonal Hevea brasiliensis by cuttings. - Trop. Agric. Trin. (36): 247-257.
(1959)
- LINDEMANN, F. : Temperatur und Pflanzenvermehrung. - Süddeutsche Erwerbsgärtner (8): 329-330.
(1954)
- LINDEMANN, A. : Pflanzenvermehrung. - Berlin : pp. 100.
(1954)
- MACHOVEC, J. & KOPEC, K. : A chromatographic study of chemical changes in treated and untreated cuttings of some woody plants in relation to rooting. - Abstr. in Hort. Abstr. (29): n° 744.
(1957)
- MATHES, A. & VON HENTIG, W.U. : Neuberechnungen zum Kunstlichtraum. - Gartenwelt (64): 429-430.
(1964)
- MITTENPERGHER, L. : Studies on the effect of etiolation on the production of adventitious roots in some plum varieties. - Abstr. in Hort. Abstr. (33): n° 6723.
(1963)
- (1964) : Studies on the origin of adventitious roots in hardwood cuttings of pear. - Abstr. in Hort. Abstr. (34): n° 4185.
- MONIN, A. : Etudes sur le cerisier. - Station de Recherches de l'Etat pour l'Amélioration des Plantes fruitières et maraîchères. : pp. 37.
(1962)
- MPULKAS, C.C. : Guide to better plant growth with Sylvania -
(zonder jaartal, a) "Gro-lux"-Salem Mass. : pp. 12.
- (zonder jaartal, b) : Technique de mesure des exigences en rayonnement des plantes en croissance. - Folder: pp. 4.
- (zonder jaartal, c) : La lampe fluorescente "Gro-lux". Nouvelle source énergétique Sylvaniana pour la culture des végétaux. - Applied Lighting Bull. (0.262): pp. 3.

- (zonder jaartal, d) : Radiant energy sources for plant growth. - Applied Lighting Bull. (0 278): 1-6.
- NEWTON, P. : Physiological aspect of mist propagation. - (1960) Sci. Hort. (14): 75-80.
- NUERNBERGK, E.L. : Kunstlicht und Pflanzenkultur. - München : (1961) pp. 312.
- OPLT, J. : A simple method of rooting greenhouse plants. (1959) - Abstr. in Hort. Abstr. (30): n° 23.
- PENNOCK, W. & MALDONADO, G. : The propagation of guavas from stem (1963) cuttings. - J. Agric. Univ. P.R. (47): 280-289.
- PIRINGER, A.A. : Photoperiod, supplemental light and rooting of (1961) cuttings- Proc. 11th annu. Mtg Plant Prop. Soc.: 261-264.
- POTTER, J. MS. : Propagation of blackberry. - Jour. Roy. Hort. (1936) Soc. (61): 637-638.
- RAINES, M.A. : Some use of a spray chamber in experimentation (1940) with plants. - Amer. Journ. of Bot. (27): 18.
- RICHARDS, M. : Root formation on cuttings of Camellia reticu- (1964) lata var. Capt. Rawes. - Nature (204): 601-602.
- RIEHL, G. : Die "optimale" Vermehrungstemperatur. - Garten- (1961) welt (61): 119-120.
- (1962, a) : Nutrient solutions applied by sub-irrigation at various concentrations and times. - Zierpflanzenbau: 105-106.
- (1962, b) : Manured mother-plants do not always produce excessively well-fed cuttings. - Zierpflanzenbau : 143.
- (1962, c) : The nutrition of cuttings. - Zierpflanzenbau : 341-342.
- (1963, a) : Be careful with nutrition by sub-irrigation. - Zierpflanzenbau : 143.
- (1963, b) : Unbewurzelte Stecklinge nicht mit Nährlösung düngen! - Zierpflanzenbau : 833.
- RIVALS, P. & ASSAF, R. : Précocité et aptitude à l'émission de racines (1963) par les noeuds successifs de quelques vignes à bouturage difficile. - C.R. Acad. Agric. Fr. (49): 890-897.

- ROWE-DUTTON, P. : Mist propagation of cuttings. - Digest n° 2,
(1959) Commonwealth Bureau of Horticulture and Planta-
tion Crops, Farnham Royal : pp. 135.
- RUENGER, W. : Untersuchungen über den Einfluss der Temperatur
(1956) auf die Wurzelbildung der Steckhölzer einiger
Ziersträucher. - Gartenbauwiss. (3/21): 59-84.
- (1957) : Licht und Temperatur im Zierpflanzenbau. -
Berlin : pp. 163.
- (1959) : Ueber den Einfluss der Temperatur und der Tages-
länge auf die Bildung und Entwicklung der Adven-
tivwurzeln und -triebe an Blattstecklingen von
Begonia 'Konkurrent' und 'Marina'. - Gartenbau-
wiss. (24): 472-487.
- (1960) : Temperatureinflüsse auf Adventivwurzelbildung
an Blattstecklingen von Lorrainebegonien. -
Gartenwelt (60): 344-345.
- (1964) : Licht und Temperatur im Zierpflanzenbau. -
Berlin : pp. 228.
- SACHS, J. : Stoff und Form der Pflanzenorgane, I. - Arn.
(1880) bot. Inst. Würzburg : 452-488.
- (1882) : Stoff und Form der Pflanzenorgane, II - Arb.
bot. Inst. Würzburg : 689-718.
- SACHS, R.M., LORETI, F. & DE BIE, J. : Plant rooting studies indicate
(1964) sclerenchyma tissue is not a restricting fac-
tor. - Calif. Agric. (18/9) : 4-5.
- SCARAMUZZI, F. : The effect of nitrogen on the rooting capacity
(1960) of woody plants. - Abstr. in Hort. Abstr. (33):
n° 4208.
- SCHOENBERG, G. : Ueberlegenheid der Sprühnebelvermehrung bei
(1961) Stecklingen von Ziergehölzen. - Gartenbau (8):
247.
- SEN, P.K. & BASU, R.N. : Effect of growth substances on root formation
(1960) in cuttings of Justitia gendarussa L. as in-
fluenced by varying levels of nitrogen nutri-
tion of stock plants. - Abstr. in Hort. Abstr.
(31): n° 5103.
- SHANNON J. & KAMP, J.R. : Trials of various possible propagation
(1959) methods on herbaceous peonies. - III. St. Flor.
Ass. Bull. (197): 4-7.
- SHAPIRO, S. : Experiences in plant propagation. - Proc. 11th
(1961) annu. Mtg Plant Prop. Soc. : 127-133.

- SKIVER, R.E. : The use of antibiotics and fungicides in mist
(1956) propagation. - Plant. Dis. Repr. (40): 1074-1080.
- SMALL, J.A. : Propagation by cuttings in acidic media. -
(1923) Gardners' Chronicle (73): 244-245.
- SNYDER, W.E. & HESS, C.E. : An evaluation of the mist technique for
(1955) the rooting of cuttings as used experimentally and commercially in America. - Rep. 14th int. hort. Congr. Schev. (2): 1125-1132.
- STOUTEMEYER, V.T. : Some observations on the production of own
(1936) rooted apple stocks from root cuttings. - Proc. Amer. Soc. hort. Sci. (33): 350-354.
- STOUTEMEYER; V.T. & BRITT, O.K. : Growth phases and the propagation
(1962) of Hedera. Proc. Amer. Soc. hort. Sci (80): 589-592.
- STOUTEMEYER, V.T., BRITT, O.K. & GOODWIN, J.R. : The influence of
(1961) chemical treatments, understocks, and environment on growth phase changes and propagation of Hedera canariensis. - Proc. Amer. Soc. hort. Sci. (77): 552-557.
- STOUTEMEYER, V.T., CLOSE, A.N. & O'ROURKE, F.L. : Rooting greenwood
(1945) cuttings without sunlight under fluorescent lamps. - Science (101): 546.
- STRYDOM, D.K. : The effect of leaves on root initiation in
(1962) Mariana-2624 plum cuttings. - S. Afr. J. agric. Sci. (5): 147-148.
- SYKES, J.T. : The use of mist propagation to determine the
(1962) rooting response of Cotoneaster and Diervilla species. - 16th int. hort. Congr., Brussel (IV): 403-415.
- TEMPLETON, H.M. Jr. : The phytotektor method of rooting cuttings. -
(1953) Proc. 3rd annu. Mtg Plant Prop. Soc., Ohio : 51-56.
- TINGA, J.H. : Further details on rooting large cuttings. -
(1963) Amer. Nurserym. (117/7): 136-137.
- TINGA, J.H., Mc GUIRE, J.J. & PARVIN, R.J. : The production of pyra-
(1963) cantha plants from large cuttings. - Proc. Amer. Soc. hort. Sci. (82): 557-561.
- TINLEY, G.H. : Effect of Ferric Dimethyldithiocarbamate on the
(1961) rooting of cuttings of Hevea brasiliensis. - Nature (191): 1217-1218.

- TOGNONI, F. : Preliminary observations on the root systems
(1964) of roses. - Abstr. in Hort. Abstr. (34):n° 7178.
- TUKEY, H.B. Jr. & MORGAN, J.V. : The occurrence of leaching from above-
(1962) ground plants parts and the nature of the material leached. - 16th int. hort. congr., Brussel (IV): 153-160.
- VAN ASSE, R.A. : Fluorescent lamp spacing for maximum illumination.
(zonder jaartal) - Applied Lighting Bull. (0.233): 1-2.
- VAN DER LEK, H.A.A. : Over de wortelvorming van houtige stekken. -
(1925) Med. Landbouwh. Wageningen (28): 1-230.
- VAN DER VEEN, R. & MEIJER, G. : Licht und Pflanzen. - Eindhoven:
(1958) pp. 164.
- VAN DOESBURG, J. : Use of fungicides in vegetative propagation. -
(1962) 16th int. hort. congr., Brussel (IV): 365-372.
- VAN DOESBURG, J. & RAVENSBERG, K. : Enten en stekken onder waternevel.
(1959) - Jaarb. Proefst. Boomkw. Boskoop : 27-28.
- (1960) : Enten en stekken onder waternevel. - Jaarb.
Proefst. Boomkw. Boskoop : 33-46.
- VAN DRUNEN, E. & KAMP, J.R. : Relation between pH of the rooting
(1959) medium and photoperiod in the rooting of Hatfield yew. - III. St. Flor. Ass. Bull. (196): 5-7.
- VAN HOLDER, J. & VERMEIRE, A. : Studie van factoren welke het stekken
(1959) van planten gunstig beïnvloeden. - I.W.O.N.L.: pp. 94.
- VAN RAALTE, D. : Handboek der Bloemisterij, deel I.A. - Doetin-
(1958) chem (3de druk): pp. 372.
- VON HENTIG, W.U. : Untersuchungen über den Einfluss der Ernährung
(1959) von Chrysanthemen- und Fuchsienmutterpflanzen auf die Stecklingsproduktion und -bewurzelung. - Gartenbauwiss. (24): 334-362.
- VAN MIEGROET, M., GOOSSENS, R., THAS, J. & VAN GAAL, H. : De verande-
(1964) ring van de karakteristieken van TL-lampen in-gevolge langdurig gebruik. - Meded. Landbouwhogesch. Opzoekingsstat. St. Gent (XXIX): 459-502.
- VERLEYEN, E.J.B. : Le bouturage et les substances de croissance
(1948) synthétiques. - Antwerpen : pp. 198.

- WASSINK, E.C. : The study of plant growth in controlled environments. - Control of the plant environment. Proc. Univ. Nottingham Fourth Easter School in Agricultural Science : 36-57.
(1957)
- WELCH, H.J. : The mist propagator's manual. - Byfleet, Surrey : pp. 19.
(1959)
- WELLENSIEK, S.J. & DOORENBOS, J. : Grondslagen der tuinbouwplantenteelt. - Haarlem : pp. 229.
(1956)
- WELLS, J.S. : Mist propagation-hardening-off techniques. - Proc. 10th annu. Mtg Plant Prop. Soc. : 305-309.
(1960)
- (1961) : The rooting of rhododendron cuttings under mist. - Proc. Conf. Mist Propagation, Kent Fm hort. Inst., Swanley : 51-56.
- (1962) : Wounding cuttings as a commercial practice. - Comb. Proc. 12th annu. Mtg east. Reg. and 3rd annu. west. Reg. Plant Prop. Soc.: 47-55.
- (1963) : The propagation of plants. Part I Basic principles. - Amer. Nurserym. (118/6): 11, 48-53.
- WENT, F.W. : On a substance causing root formation. Proc. Kon. Akad. Wetensch., Amsterdam (32): 35-39.
(1929)
- (1957) : The experimental control of plant growth. - Waltham Mass. : pp. 343.
- WERMINGHAUSEN, B. : Erfahrungen mit Styromull im Zierpflanzenbau. - Gartenwelt (64): 173-174.
(1964)
- WILLE, D. : Stekken van amerikaanse anjer in verschillende grondsoorten. - Rijkslandbouwhogeschool, Gent : pp. 79.
(1958)
- (1962) : Waternevel en zijn toepassingen bij de teelt van Rhododendron simsii PLANCH. - Meded. Landbouwhogesch. Opzoekingsst. St. Gent (XXVII): 591-618.
- ZIMMERMAN, P.W. : Oxygen requirements for root growth of cuttings in water. - Amer. J. Bot. (17): 841-861.
(1930)
- ZIMMERMAN, R.A. : Progress made at Rutgers in ornamental research program. - Flor. Exch. (131/10): 27-29.
(1958)

---ooOoo---

Gent - Rijksfaculteit
Landbouwwetenschappen
Bibliotheek

